



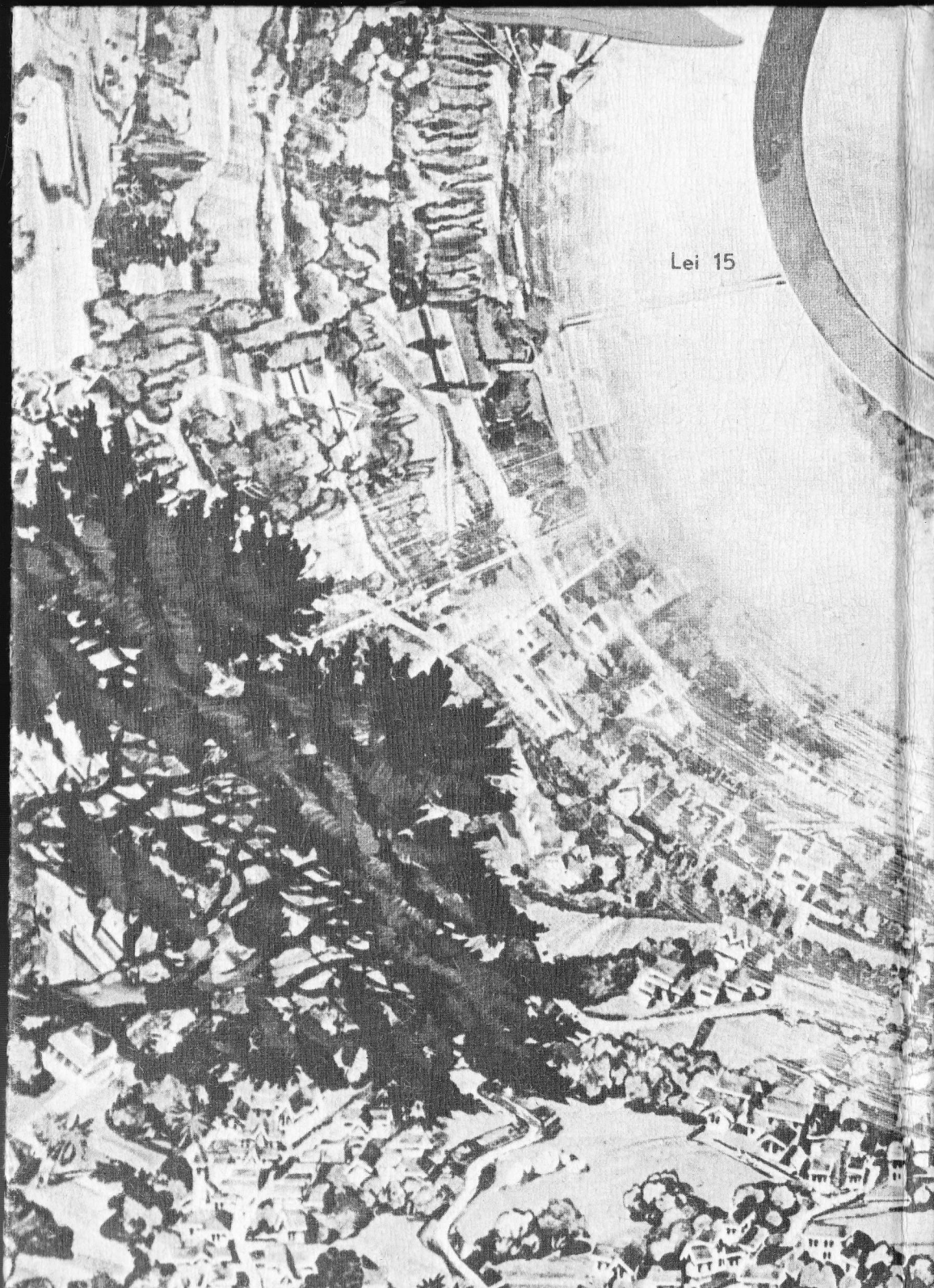
**Florin Zăgănescu**

**VIITORUL  
APARTINE  
SPAȚIULUI...**



EDITURA ALBATROS

Lei 15





## PREFAȚĂ

Către sfârșitul secolului al XIX-lea științele au făcut progrese imense în marea revoluție care a adus omenirii radioactivitatea, cuanta și toată fizica modernă și au determinat transformări profunde în chimie, biologie și astronomie. Secolul XX și în special cea de-a doua jumătate a adus transmutația atomică, zborurile „fulger” cu avioane cu reacție, prezența simultană, la vedere, a mai multor persoane din mai multe locuri de pe glob, medicamentele miracol-antibiotice etc. Toate aceste realizări sau salturi au cerut o colaborare tacită a savanților lumii întregi în dorința comună de a ști și de a construi prin aport pe diverse căi de informare — publicații, congrese, vizite, corespondențe — fără a aduce restricții libertății de gândire care este atât de necesară în creație.

Pe fondul acesta al dezvoltării generale, omenirea, prin savanții ei, n-a părăsit niciodată ideea cunoașterii spațiului cosmic și ca urmare a studiat înfăptuirile și ideile antichității, evului mediu și cele contemporane care aveau în vedere realizarea celor două obiective importante :

- mijloacele de zbor : rachetele ;
- zborul spațial propriu-zis.

Realizările de pînă acum sînt cunoscute în toată gama de circumstanțe — inclusiv jertfele aduse acestor epocale cuceriri științifice.

Odată cu realizarea primului satelit artificial al pămîntului și cu zborul lui Iuri Gagarin — deci învingerea parțială a gravitației, cu aselenizarea lui Neil Armstrong pe Lună — deci „cucerirea” primului corp ceresc natural, s-a născut astronautica veritabilă și seculara nostalgie a marelui spațiu a devenit cosmosul însuși și nu numai oceanele de pe glob. Merită să ne întoarcem și spre cei care le-au făcut. Țara noastră are contribuții recunoscute prin prezența la echipa de arhitecți ai zborurilor cosmice a savantului Hermann Oberth care s-a născut la Sibiu, a studiat la Cluj, a profesat la Mediaș și la Sighișoara. Pentru contribuțiile sale, acum cîțiva ani, cu ocazia unei vizite în țară a fost sărbătorit printr-o sesiune specială a Academiei R. S. România, iar cu ocazia împlinirii vîrstei de 80 de ani, conducerea statului nostru socialist i-a acordat prin Decret Prezidențial Ordinul „Meritul Științific clasa I”.

Studiind marile realizări ale cosmonauticii ne dăm seama că toate sînt urmare a unui uriaș efort colectiv în care au strălucit o serie de mari personalități ale științei și tehnicii.

Revederea realizărilor uriașe ale acestor colective și personalități compun o istorie captivantă care arată cît sînt de importante numărul și varietatea disciplinelor științifice și tehnicilor utilizate. Cercetarea spațială a adus circa 25 000 de invenții care s-au aplicat sau se vor aplica util în domenii conexe.

În acest context, consider că inițiativa Editurii Albatros și contribuția autorului lucrării „Viitorul aparține spațiului...” sînt demne de admirație și îmi este deosebit de plăcut să spun despre carte, cele de mai jos :

Rezultat excelent al unei munci rafinate și de durată, lucrarea conține un volum impresionant de date și infor-

mații științifice, în mare parte necunoscute marelui public sau, în cel mai bun caz, nesistematizate așa cum a reușit autorul, cunoscut cititorilor și pentru această activitate, pe care o desfășoară de peste două decenii.

Ca urmare a modului de tratare a largii problematice proprii subiectului abordat în lucrare, autorul reușește să se mențină constant pe coordonatele accesibilitate-logică a deducțiilor, capitolele lucrării reprezentînd totodată și principalele domenii de aplicare ale astronauticii contemporane și pentru perspectiva ei imediată.

Meritul deosebit al lucrării — și acesta apreciez că reprezintă fondul problemei — constă în prezentarea detaliată și sobră atît a modului loial și generos în care imensele investiții făcute de omenire pentru cercetarea spațială se restituie omului, cît și a acțiunii directe pe care această activitate o are asupra :

- descoperirii și valorificării raționale a resurselor Terrei ;
- protecției mediului față de poluările prezente și de viitor ;
- sănătății și dezvoltării fără salturi a umanității ;
- utilizării unor noi forme de energie și categorii de hrană ;
- extinderii orizontului de cunoaștere a fenomenelor la scară cosmică și de consolidare verificată practic, a concepției materialist-dialectice despre spațiu, timp, viață, univers etc.

Deși este inginer de aviație, autorul abordează cu ușurință și alte domenii științifice (geofizică, astronomie, fizică, geodezie, seismologie, economie etc.) despre care, în contextul aplicațiilor astronauticii, emite raționamente valabile și ușor înțelese de cititorul chiar neavizat.

Prin extinderea informației la multe domenii conexe, prin parantezele ample și utile pe care le include spre a explica unele fenomene — care se petrec în spațiile de



frontieră dintre diferite științe și ramuri — autorul oferă cititorului atent un nou mod de a privi și aborda știința contemporană, fenomenele sale deosebit de complexe și în interacțiune.

Avînd în vedere că se referă la majoritatea aplicațiilor contemporane și de perspectivă ale astronauticii, apariția lucrării va completa un gol evident în literatura de specialitate din țara noastră; succesul acestei tentative are la bază și faptul că autorul a folosit un stil mai deosebit de altele din lucrările sale, în acest caz anticipația fiind construită pe date și rezultate certe sau verosimile.

În încheiere, doresc să arăt că lucrarea încearcă și reușește să ne convingă că, așa cum afirma unul din pionierii rachetelor: „Cosmosul, care ne înconjoară, este infinit, distanțele spațiale depășesc uneori concepțiile noastre, dar curcirea Cosmosului merită întregul nostru efort...”

General maior doctor inginer ȘTEFAN ISPAS

Membru în Comisia de astronautică a  
Academiei R.S. România

## INTRODUCERE

„Prevederile mele de ficțiune  
vor fi cu mult sub realizările secolului XX”.

Jules Verne

Astronautica — simbioză excepțională a celor mai noi și revoluționare realizări din știința și tehnica contemporană — se manifestă ca lider de necontestat al progresului uman, constituind alături de industria atomică, coordonatele secolului XX.

Cele peste două decenii de „Eră spațială”, demarate la 4 octombrie 1957 prin lansarea primului satelit artificial al Terrei, au abundat în performanțe cosmice unice în felul lor, astăzi omul trăind și lucrînd în spațiu similar ca pe Pămînt. El a trimis automate de cercetare pe Lună, Venus și Marte și mai departe, în profunzimile sistemului solar, smulgînd vîlurile care acoperă de sute de milenii fierbintele Mercur, giganticul Jupiter sau înghețatul Saturn... Omul a lăsat urme de neșters în praful selenar, lucrează în laboratoarele orbitale și se pregătește să ajungă pe Marte și să confecționeze gigantice colonii cosmice în punctele lagrangiene din sistemul Pămînt-Lună. Pe orbite circumterestre se rotesc și transmit sute și mii de aparate spațiale automate, profunzimile Cosmosului sînt scrutate necruțător de telescoape ambarcate pe sateliții și laboratoarele spațiale, iar însuși omul a pus razele laser, undele electromagnetice și microundele să lucreze în locul său pentru a căuta semeni în adîncurile Universului.

Pe scurt, omul a făcut atâtea pentru a umaniza Cosmosul și a început să se obișnuiască într-atît cu realizările spațiale, încît a ajuns să le catalogheze în rîndul treburilor uzuale !

Instrumentele astronautice servesc astăzi telespectatorul care urmărește pe micul ecran Jocurile Olimpice desfășurate la antipozi și transmise via-satelit ; pescarul care a ajuns în cel mai scurt timp la un foarte bogat banc de pești este anunțat de traseul urmat de acest banc prin intermediul datelor ce sînt recepționate de la un satelit de teledetecție spațială ; radioascultătorul, aflînd de dimineată previziunile buletinelor meteorologice, își imaginează că o asemenea operativitate la scară continentală nu poate fi obținută decît de la meteosateliți ; evoluția unui incendiu mistuitor în pădurile sau savanele imense, studierea obiectelor astronomice din afara vălului aproape opac al atmosferei, urmărirea modificărilor sezoniere ale culturilor, stabilirea cu mare precizie a coastelor marine sau oceanice, a resurselor subterane sau a rezervelor de ape termale etc., etc., iată numai cîteva din foloasele actuale ale astronauticii, cu care am început să ne obișnuim, să între în cotidian, să nu ne mai impresioneze, mai ales că uriașele eforturi și mijloace investite încep treptat-treptat să se amortizeze...

În adevăr, anii cuceririi Cosmosului își demonstrează de-abia acum foloasele, arată cît de mult s-a făcut în domeniul „asaltului spațiului“, cît rambursează acesta omului, dar mai ales ce ar avea de făcut umanitatea de acum încolo pentru a plasa cercetarea spațiului pe coordonatele : fiabilitate, eficiență, economie...

Umanitatea datorează de pe acum foarte mult astronauticii ; se poate afirma că aceasta nu numai că a dat impuls dezvoltării și aplicării în practică a numeroase categorii de cunoștințe noi, de o excepțională valoare științifică, dar a și determinat nemijlocit un progres rapid în stimularea de noi soluții constructive, ingineresti, de noi procese și aparate etc.

O enumerare a cuceririlor științifice recente „datorate“ astronauticii, în mod precis incompletă, trebuie să cuprindă desco-

perirea și localizarea centurilor de radiații circumterestre Van Allen, identificarea radiației „primare“, a quasarelor, pulsarelor, „găurilor negre“, localizarea în spațiu a moleculelor complexe inclusiv a celor organice — descoperirea aceasta permițînd punerea bazelor chimiei spațiului interstelar —, studierea nemijlocită a planetelor sistemului solar ; cercetarea experimentală extraterestră a mecanismelor ciclopice ale activității Soarelui și a interacțiunii acestuia cu Pămîntul ; studiul comunicațiilor spațiale și a selectării semnalelor provenite din profunzimile Universului ; cercetarea aplicativă din Cosmos a atmosferei și a resurselor naturale ale Pămîntului etc., etc.

Pe de altă parte, perfecționarea tehnicii cosmice, miniaturizarea aparaturii lansate în spațiu, ereșterea excepțională a fiabilității sistemelor destinate aparatelor ce trebuiau lansate pe orbită, descoperirea de noi aliaje, substanțe plastice, materiale, propergoli etc. capabile să satisfacă exigențele funcționării în condițiile Cosmosului, au impulsat într-un ritm de necrezut tehnologiile actuale, răsfrîngîndu-se asupra a foarte multe procedee și metodologii folosite în scopuri exclusiv terestre.

Mecanica aplicată, tehnologia materialelor, tehnica sistemelor și automatica, cibernetica și electronica, chimia și fizica polimerilor, fizica și termodinamica au trebuit să concure nemijlocit și repede, să asigure apariția și punerea în practică a dispozitivelor, materialelor, aparatelor și procedeelor proprii efectuării experimentelor cerute de programele spațiale și chiar a aparatelor spațiale și a vehiculelor acestora. Mii de brevete de invenții destinate inițial tehnicilor spațiale au servit ulterior pentru perfecționarea unor aparate, tehnici, dispozitive și proceduri exclusiv pămîntești.

Iată numai cîteva din asemenea exemple :

— punerea la punct a scafandrelor spațiale, care au permis activitățile extravehiculare ale astronautilor pe Lună sau în abisul cosmic, a servit ca experiență dominantă în fabricarea im-



brăcămintei cu destinație specială, capabilă să protejeze omul la lucrul în cuptoare încinse, în medii toxice sau cu radiații ionizante ;

— radiometrele cu raze infraroșii folosite de toți meteosatelii și de stațiile spațiale cu rol de laborator cosmic au utilizare în prezent pe marile avioane comerciale supersonice de pasageri, care evoluează în atmosfera înaltă, pentru a detecta și eventual evita zonele cu atmosferă turbulentă, știut fiind faptul că „ciocnirea” de un „curent-jet” a acestor aparate poate fi catastrofală ;

— aparatura de memorare, stocare și transmitere „comprimată” a datelor recepționate în timp mai lung de sateliții și stațiile automate evoluând în zona obiectivelor astronautice explorate este folosită atât în telecomunicațiile terestre, cât și în documentaristica contemporană, în care un amplu material informativ trebuie „înmagazinat” într-un volum cât mai redus, dar care să permită descifrarea la un ritm normal pentru reconstituirea informației primare ;

— realizarea instrumentelor capabile să detecteze prezența anumitor gaze în atmosfera unor planete în timp ce sonda de explorare traversează aceste straturi foarte rapid, a permis realizarea unei aparaturi cu răspuns instantaneu privind existența unor gaze toxice, inflamabile, explozibile etc., într-un mediu oarecare ;

— tehnica de realizare a camerelor de fotografiat și de luat vederi, capabile să funcționeze în condițiile Cosmosului, a permis construirea de aparate similare, de neînlocuit în cercetarea proceselor rapide din zonele de maximă pericolozitate, explozii, incendii etc. sau chiar din explorarea submarină ;

— tehnicile de selectare a semnalelor recepționate de la distanțe astronomice, transmise de stațiile interplanetare sau captate de la sursele astronomice, precum și de amplificare și decodare, servesc în prezent în telecomunicațiile intercontinentale ;

— mijloacele laser utilizate pentru localizarea unor aparate plasate pe Lună de echipajele Apollo sau pentru măsurarea cu

mare precizie a distanței dintre Terra și satelitul său natural au astăzi un corespondent de mare eficiență geofizică în dispozitivele laser montate pe sateliți, respectiv pe stații terestre destinate măsurării derivei continentelor ;

— construirea structurii etanșe a cabinelor spațiale și tehnica realizării ecluzelor proprii aparatelor spațiale locuite de astronauți a permis punerea la punct a unor sisteme similare în construirea „farfuriilor submersibile”, a batiscafelor și a mezoscafelor și a ecluzelor acestora destinate acvanauților în timpul folosirii acestor „case submarine” temporare ;

— explorarea radar a Lunii de pe orbită ca și a planetelor apropiate a permis punerea la punct a unor tehnici care servesc nemijlocit la explorarea zonelor vulcanice sau seismice de pe Terra în cadrul unor programe în care mijloacele de teledetecție spațială sînt incluse într-un complex de măsuri inițiate de organisme de cooperare internațională aparținînd Organizației Națiunilor Unite ;

— crearea și menținerea atmosferelor artificiale la bordul astronavelor și a stațiilor orbitale locuite, inclusiv asigurarea comportării cât mai apropiată de normal a organismului uman în condițiile zborurilor spațiale, au fost folosite de specialiști pentru tratarea unor maladii cardiace sau în terapia unor maladii osoase etc. ;

— tehnicile de captare, transmitere și selectare într-un sistem de telecomandă a parametrilor fiziologici ai organismelor astronauților aflați pe orbită, asigură astăzi funcționarea unor mijloace care fac legătura eficientă între clinică și bolnavii tratați ambulatoriu ;

— procedeele tehnologice moderne de obținere a unor materiale transparente, dar incasabile și rezistente la eroziunea meteoritică în condițiile de presiuni și temperaturi ridicate, asigură industriei chimice, a explozivilor și a marilor presiuni, noi materiale cu destinații speciale ;

— punerea la punct a dispozitivelor de amplificare a semnalelor primite din spațiu cu ajutorul unor maseri de mare putere,

folosite în radiotehnica cosmonautică, servește în prezent în cadrul mijloacelor de detectare a personalului salvat din catastrofe submarine și care plutește în derivă, fiind dotat cu balize cu funcționare automată, dar având emițătoare relativ slabe etc.

Țara noastră sprijină teza accesului liber și necondiționat la aplicațiile tehnicilor spațiale în economie, în special la detecția din Cosmos a resurselor naturale ale Pământului, statele trebuind să aibă acces la absolut toate datele ce privesc teritoriile lor.

Angajată ferm într-un amplu program de dezvoltare, România socialistă acordă o deosebită atenție ramurilor de vîrf ale științei și tehnicii, asigurînd tot ce este necesar pentru ca realizările noastre să fie competitive cu ce este mai bun pe plan mondial. De această atenție se bucură la noi și cercetarea în domeniul aerospațial, domeniu cu largi implicații, despre care tovarășul Nicolae Ceaușescu arăta la Conferința națională a cercetării științifice și proiectării (25 octombrie 1974) : „Am reluat — și va trebui să impulsionăm — cercetarea în domeniul aeronauticii, domeniu în care am avut în trecut realizări și cercetători de valoare internațională... Va trebui să ne angajăm cu mai multă hotărîre în abordarea unor probleme largi, de perspectivă — inclusiv în problemele explorării cosmosului, care au un viitor important.“ În cuvîntarea rostită la Plenara comună a C.C. al P.C.R. și Consiliului Suprem al dezvoltării economice și sociale a României, din 5 iulie 1979, tovarășul Nicolae Ceaușescu ne-a arătat și calea pentru acest drum : „Trebuie să pornim de la ce s-a realizat pe plan mondial pentru a face noi descoperiri, pentru a merge înainte ! Aceasta este știința nouă !“

În cele ce urmează, vor fi prezentate direcții actuale și de perspectivă de folosire eficientă a posibilităților astronauticii pentru a face viața omului mai bună, pe minunata noastră planetă.

## CAP. 1

### PĂMÎNT — SATELIT CU TAXIUL COSMIC

„Navigația aeriană se transformă treptat în navigație spațială... cele două domenii neputînd fi separate...“

Eugen Sănger, 1947

Centrul de comandă și control a zborurilor vehiculelor spațiale pilotate care servește Programul sistemului de transport cu navete spațiale, are mai multe săli dotate cu aparatură pentru urmărirea și înregistrarea parametrilor orbitali și generali de zbor în atmosferă și în afara acesteia. Una din aceste săli este, de regulă, destinată pentru pregătirea piloților și a specialiștilor de aparatură și de încărcătură utilă, în raport de misiunile respective ale navetei spațiale, aferente fiecărui zbor.

Pe ecranele și display-urile de urmărire a fiecărei faze anterioare și chiar de zbor, aferente unei misiuni anumite, — iar zilnic sînt, în acest fel, posibilități de analiză a zborurilor, — urmează a raporta fiecare dintre responsabilii de faze din cadrul programului zborului respectiv.

Acest centru a fost testat cu ocazia primelor zboruri pasive și activ-pasive ale navetei spațiale *Enterprise* (1977) și ale celei de a doua navetă, denumită *Columbia*, în primăvara anului 1979.

De fiecare dată s-a dat o deosebită atenție convorbirilor dintre conducătorul zborului din Sala de comandă și urmărire a zborului respectiv și echipajul navetei ; toate aceste convorbiri, care au avut în principal rolul de a edifica asupra comportării materialului, respectiv a aparatului orbital și a sistemelor sale operaționale în respectivul zbor, au fost urmărite cu mare atenție și



de ceilalți piloți și specialiști, afectați programului zborurilor navetei.

Activitatea în Centrul de urmărire și control a zborurilor de pregătire, iar ulterior destinată zborurilor curente ale navetei spațiale, include și unele activități de pregătire teoretică a viitorilor piloți și astronauti-specialiști.

Avem aici în vedere prezentarea rezultatelor activităților de testare în laboratoarele centrelor de experimentare a motoarelor și a altor echipamente, precum și a cercetărilor privind problemele de vibrații și de rezistență ale structurilor (echipate sau parțial dotate cu echipamente) unor modele la scara 1:1 a componentelor de bază ale sistemului de transport spațial economic.

Spre exemplu, la acest centru s-au făcut primele comunicări și discuții tehnice privind necesitatea de a se testa posibilitățile de menținere a startului vertical, în cazul când unul din cele trei motoare criogenice ale *Orbiter*-ului se oprește chiar pe rampa de lansare !

Tot aici s-a agreat hotărîrea de a se supune cel de al doilea model al navetei (aparatură orbitală denumită *Challenger*) la probele de testarea structurii, cu sarcini depășind valorile maxime de calcul cu numai 30% (în loc de 45%), pentru ca în cazul când structura se va dovedi corespunzătoare, cu foarte puține modificări și înlocuiri de piese, și acest aparat orbital să poată deveni operațional după anul 1982.

## NAVETA SPAȚIALĂ — VEHICULUL SFÎRȘITULUI DE SECOL

În anul 1958, al doilea an al „Erei cosmice“, „kilogramul de satelit“ depășea copios impresionanta sumă de 200 000 de dolari ; chiar valori de peste 20 de ori mai mici — cum sînt cele înregistrate după 1976 — nu asigură competitivitatea astronauticii

pentru utilizări la nivelul scării planetare, respectiv pentru probleme de teledetecție, meteorologie, tehnologie, astronomie apropiată, geofizică etc. Aici se are în vedere și necesitatea depoluării spațiului periterestru de rămășițele de la lansările de obiecte spațiale, precum și de acei sateliți care au „decedat“ din punct de vedere operațional ! Aceste rămășițe astronautice se „îngrămădesc“ din ce în ce mai mult pe orbite circumterestre, calculele statistice (pornind de la ritmul lansărilor actuale) permițînd să admitem că în anul 2 000 vor fi de „dat la coș“ circa 10 000 de obiecte spațiale nefolositoare ! Se pare că unul din rolurile pe care le va juca aici naveta spațială va fi deci de a depolua Cosmosul, dar despre utilizările navetei în alt paragraf...

La 15 februarie 1977, după aproape 45 de ani de la publicarea lucrării de avangardă a inginerului și pionierului cosmonauticii care a fost Fridrich Arturovici Țander, a demarat unul dintre cele mai dificile programe de testări a apropierei și aterizării „fierului de călcat zburător“, cum a supranumit un mucalit prototipul 101 al *Orbiter*-ului, urmărindu-i evoluția deasupra deșertului Mojave din apropierea Bazei aerospațiale de cercetări de la Edwards !...

În lucrarea intitulată modest *Zborul cu ajutorul aparatelor reactive*, F. Țander, inventatorul și constructorul primelor rachete cu propergoli lichizi din Uniunea Sovietică, arăta cu excepțională previziune că viitorul va aparține avionului-rachetă...

Și iată că un alert program de concepere și construire a prototipului *Orbiter*-ului din compunerea navetei, — (în care compania Rockwell International a avut rolul de „viora întâi“ și care a durat mai puțin decît renumitul program „Apollo“), — a demarat în perioada când astronautii de pe *Skylab* obțineau recorduri de rămînere pe orbită.

Puțini sînt cei care cunosc că printre specialiștii care au adus contribuții importante la ideea explorării spațiului cu avioane cosmice se numără și primul om care a pășit în anul 1969 pe solul prăfos și inospitalier al Lunii : astronautul și inginerul Neil

Armstrong, membru marcant al grupului de astronauți *Apollo* și actual profesor la Universitatea din Michigan... În adevăr, în cei aproape șapte ani cât a activat ca pilot-experimentator și cercetător științific la Centrul de cercetări spațiale al NASA de la Baza aerospațială *Edwards* (1955—1962), Armstrong a zburat de șapte ori cu prototipuri ale avionului-rachetă hipersonic X-15. În ultimul din zborurile sale, la 20 aprilie 1962, aparatele de la bordul bolidului zburător de culoare neagră au înregistrat altitudinea de 63 246 metri și viteza de 6 419 km/oră, deci de peste cinci ori mai repede decât sunetul !

„Aceste amintiri îmi fac plăcere și acum — declara Neil despre acea perioadă în anii de pregătire pentru „asaltul Selenei“ ; „...nu zburam decât cu scopuri precise, dar fiecare decolare era însoțită de senzația de a înfrunta necunoscutul, de a atinge viteze sau înălțimi până atunci inaccesibile omului...“ În perioada când Armstrong încerca avionul-rachetă X-15, proiectul „Mercury“ care avea să-l aducă pe Glenn pe orbită era abia în faza de studii, pe când proiectul „Dyna Soar“ sau X-20 părea că nu poate fi oprit de nimeni și nimic... constituind pe atunci soluția prin care omul urma a pătrunde în Cosmos cu viteze de 15—20 de ori mai mari decât cea a sunetului ! Proiectul „Dyna-Soar“, atât de îndrăgit pe atunci de Neil și colegii săi piloți-testatori de la Baza *Edwards*, era prea pretențios, solicitând atât materiale încă necunoscute pentru a rezista eforturilor termice și mecanice de la aterizare cu viteze mari, dar mai ales pentru „străpungerea“ barierei termice, la pătrunderea cu viteze cosmice în atmosfera densă ; nici mijloacele de aterizare automată — de foarte mare precizie — nu erau încă realizate.

Nivelul tehnologiei și mai ales rapiditatea cu care s-au dezvoltat rachetele balistice, au schimbat complet în favoarea acestora din urmă disputa dintre avionul-rachetă și racheta balistică în organizarea vehiculului care va duce omul în spațiu în anii de pionierat ai cuceririi Cosmosului ; rachetele și cabinele cosmice din seria „Vostok“ și „Mercury“ au învins în competiția cu avio-

nul-rachetă, iar proiectul „Dyna-Soar“ (de la inițialele cuvintelor englezești care semnificau „ascensiune dinamică“) a fost abandonat în 1963 pentru mulți ani... El a fost reluat și pus pe baze noi și mult mai realiste, cu ocazia conceperii sistemului reactiv cu peste 100 de reutilizări care este constituit de naveta spațială !

Înainte de a comenta aspectele zborurilor efectuate cu naveta *Enterprise* în anul 1977 deasupra deșertului californian Mojave, pornind de la declarațiile piloților Fred Haise, Joe H. Engle, C. Gordon Fullerton, Richard H. Truly sau chiar ale directorului programului „Testarea apropierii și aterizării“ din partea Centrului spațial „L. Johnson“, cunoscutul astronaut din programul „Soiuz-Apollo“, Donald „Deke“ Slayton, este interesant să recapitulăm câteva din momentele-cheie ale Programului navei spațiale :

- Specialiștii de la *Boeing* și *Grumman* care proiectează naveta comunică în 1972 că au plasat în afara *Orbiter*-ului rezervoarele de combustibili criogenici, ulterior largabile...

- Motoarele-rachetă cu combustibili criogenici de pe *Orbiter* vor fi primele motoare de acest tip dotate cu calculator electronic care să le controleze funcționarea ; comunicarea aparține în 1972 lui J. Brenan, președintele firmei *Rocketdyne* ;

- Deși naveta este încă pe „planșetele proiectanților“, firma Lockheed propune folosirea după 1980 a navetelor pentru instalarea pe orbită a centralelor de transformare a radiației solare în energie electrică și transmiterea ei pe Terra sub formă de microunde...

- În noiembrie 1972 a fost terminat și livrat de Lockheed către Centrul de cercetări spațiale al NASA de la Houston, simulatorul pentru pregătirea operațiilor aferente aterizării navei spațiale.

- A fost proiectat un ajutor reactiv special Tekroll pentru funcționarea la parametri ridicați a rachetelor cu propergoli solizi din primul etaj reactiv al navei.



- Parașutele destinate recuperării elementelor largabile din sistemul navetei au fost executate în 1974 de firma Goodyear.

- La Baza spațială *Edwards* nu se va mai construi în 1975 un imens hangar pentru construirea și montajul vehiculului *Orbiter-101*.

- În 1974 este terminată și prezentată pentru prima dată presei prima machetă în mărime naturală a navetei *Orbiter*.

- Pista de 5 km la Cape Canaveral destinată aterizării vehiculului *Orbiter* a fost începută la sfârșitul anului 1974 și terminată la începutul anului 1977.

- La jumătatea anului 1975 a fost achiziționat *Boeing-ul 747* „Jumbo-Jet“ destinat să testeze în aer *Orbiter-ul* fixat pe spatele fuselajului aparatului special adaptat (adaptările au durat 1½ ani).

- În anul 1975 a fost testat la Baza *Edwards* primul motor-rachetă al propulsorului navetei, capabil să fie oprit și repornit !

- Tot în 1975, NASA a semnat cu Agenția Spațială (vest) Europeană — E.S.A. — contractul prin care va fi plasat pe orbită circumterestră în 1980 laboratorul locuit *Spacelab*, cu ajutorul unei navete spațiale.

- La sfârșitul anului 1975 au fost terminate probele statice din prima etapă de omologare a prototipului motorului-rachetă S.S.M.E. destinat *Orbiter-ului*.

- În anul 1976 a fost prezentat participanților la cel de-al 27-lea Congres de astronautică (Anaheim-California) prototipul *Orbiter-101* denumit *Enterprise* în marea hală de la Palmdale a firmei Rockwell International.

În perioada 25 februarie — 26 octombrie 1977 au fost efectuate probele de zbor captiv sau captiv/liber ale prototipului *Orbiter-101 Enterprise*, la Baza aerospațială *Edwards*, în beneficiul Programului de încercări pentru apropiere și aterizare. Acest program de testări a constatat din cinci zboruri captive, fără echipaj și trei zboruri captive cu echipaj (se are în vedere prin zbor captiv zborul în care prototipul *Orbiter-ului* a rămas acroșat pe spatele fuselajului *Boeing-ului 747* special amenajat, de

la decolarea acestuia și pînă la aterizare pe pistă) ; de la 15 august 1977 au început cele cinci zboruri captive/libere cu echipaj, care în final au demonstrat că aparatul orbital al navetei se comportă satisfăcător în zbor în atmosfera joasă (sub 7000 m). Deoarece aceste zboruri s-au efectuat cu un prototip neîncărcat cu sarcina utilă ce o va lua în zborurile de rutină, trebuie arătat că piloții nu și-au putut însuși în totalitate tehnica aterizării cu precizia cerută mai ales de cazul vehicul încărcat ; această sarcină va reveni sistemului de computere care sprijină dispozitivul de aterizare automată ; a fost adoptat sistemul ultramodern cu fascicul de microunde deoarece acestui aparat de zburat, care nu dispune de motoare aeroreactive, nu i se permite să rateze aterizarea. Ca urmare, firma constructoare a trebuit să asigure cel mai precis sistem de programe de aterizare care a fost conceput sau aplicat vreodată în aeronautică !

În acest caz *Enterprise* a fost programat să se apropie de pistă cu o singură tură de aliniere, iar contactul cu solul trebuia luat la viteza de 170 noduri (cca 300 km/h), astfel încît rularea să se înscrie în limitele pistei. Acest barem de mare precizie nu a putut să fie îndeplinit în nici unul din cele cinci zboruri libere menționate, ceea ce nu a împiedicat al doilea prototip, *Orbiter-102*, la terminarea zborurilor orbitale de încercare, să efectueze foarte bune aterizări.

În finalul celor cinci ultime zboruri ale prototipului *Orbiter-101*, aparatul a fost trimis pentru un an la Centrul de cercetări spațiale „G. Marshall“ (MSFC) din North Alabama pentru a fi supus probelor de vibrații și de structură ; iată opinia firmei Rockwell privind primele zboruri libere ale navetei :

„La 12 august 1977, atmosfera marilor ani de debut spațial a domnit din nou în Statele Unite, cînd peste o sută de mii de persoane au venit la Baza aerospațială *Edwards* pentru a urmări primul zbor liber al navetei spațiale *Enterprise*. După un zbor de mare precizie care a durat 46 de minute, pe porțiunea traseului corespunzătoare ultimelor 5 minute efectuîndu-se două viraje la 90°, apoi alinierea pentru aterizare pe pistă, contactul cu

solul a avut loc cu cca 1400 m dincolo de punctul stabilit, ceea ce a impus o rulare de circa 3300 m ; la al doilea zbor (13 sept. 1977) s-a depășit viteza limită de contact (194 noduri în loc de 170 noduri, iar contactul a fost dincolo de punct cu circa 200 m. Următoarele două zboruri experimentale (23 sept., respectiv 12 oct. 1977) au condus la aceeași depășire (este drept, mică, de numai 240 m), a punctului de contact cu pista, la ultimul zbor rulajul fiind de 1,5 km ; în cazul zborului din 26 oct. 1977, ultimul din această serie, aterizarea *Orbiter*-ului a avut loc cu circa 700 m mai departe de punct, la o viteză foarte apropiată de barem (178 noduri), iar rulajul s-a întins pe 2,4 km.

Având dimensiunile unui avion comercial de tip „Douglas“ DC-9 (lungime 37 m, anvergură 24 m și greutate circa 68 t), *Enterprise* coboară sub un unghi de 21—24 grade, redresează apoi în trepte (la 3 și apoi 1,5 grade) pentru a asigura un contact lin cu pista. Menținerea traseului corect de zbor este asigurată de 4 calculatoare de bord, plus un calculator de rezervă în caz de avarie ; acestea primesc semnalele de la un generator de microunde care funcționează pe porțiunea de apropiere încă de la înălțimea de 3000 m sau de la depărtarea de punctul de aterizare de circa 7 000 m !

Sistemul de apropiere și aterizare, indiferent de starea vremii și de inexistența luminii, folosind explorarea punct cu punct a traseului de către fascicule de microunde (sistem care este utilizat cu succes pentru unele avioane supersonice militare), are avantaje deosebite, deși este relativ nou : asigură delimitarea cu mare precizie a traseului pantei de coborîre la aterizare ; stabilește cîmpul pozițiilor corecte pentru oricare din traseele de apropiere teoretic posibile.

Fasciculele de microunde permit calculatoarelor de la bordul aparatului orbital pilotat să compare — în intervale de timp extrem de reduse —, pozițiile succesive pe care le va avea aparatul orbital pe traiectoria reală de coborîre, cu diagrama traseului de zbor prealabil calculat. Orice abatere de la parametrii

traseului calculat este instantaneu analizată, corecțiile fiind transmise la un pilot automat, la rîndul lui asistat și controlat de un calculator electronic.

Ultimul zbor al navetei *Enterprise* a avut loc la 21 noiembrie 1977 cînd, transportată tot de *Boeing*-ul 747 „Jumbo-Jet“, pilotat de aviatorul militar Fitzhugh L. Fulton jr., ea a fost trimisă Centrului spațial pentru zboruri pilotate „G. Marshall“, îndeplinind în anul 1978 testele de vibrații și cercetări de rezistența structurii, ale căror rezultate au fost deja utilizate de firma *Rockwell* pentru construirea prototipului 102 „Columbia“, iar apoi a celorlalte navete, denumite *Challenger*, *Discovery* și *Atlantis*.

Acele teste efectuate la MSFC au permis primele zboruri din martie 1979 la baza aerospațială *Edwards* (California), cînd s-a constatat că unele plăci termoprotectoare trebuie întărite, apoi naveta a ajuns în martie 1979 la Cape Canaveral, spre a fi pregătită pentru zborurile orbitale și în special pentru etapa reintrării în atmosferă. Iată cum a consemnat unul din participanții la programul de testări spațiale, acele perioade de pregătire în zbor a navetei :

„...Cu toții am admis opinia specialiștilor care subliniau cu fiecare ocazie că pentru etapa reintrării în atmosferă a minunatului nostru „fier de călcat zburător“, vor fi hotărîtoare testele de laborator efectuate în sufleriile aerodinamice supersonice și hipersonice. În adevăr, sutele de mii de valori ale parametrilor măsurați în tunelele aerodinamice și tuburile de șoc au umplut numeroase file de calculator și mii de diagrame trasate de plothere specializate. Și totuși, programul zborurilor planificate începînd din prima decadă a lunii iunie 1980 ne-a impresionat pe noi toți cei de la complexul de lansare din „Kennedy Space Center“ ; se pare că aceeași stare de nervozitate i-a cuprins și pe colegii de la baza spațială *Edwards*, deși se spunea că piloții de la „Dryden Flight Research Center“ al NASA nu se înspăimîntă de nimic pe această lume !“

Probabil este aici vorba de neliniștea celor care așteaptă cu evidentă nerăbdare demararea cu succes a primelor zboruri orbitale, abia după care piloților de pe *Orbiter* li se putea permite aterizarea pe pista recent construită la Cape Canaveral. Deși primul zbor va calma chiar și pe cei mai sceptici, totuși unele tulburări reminiscente vor mai domni cîtva timp ; se pare că la baza acestei agitații au stat și afirmațiile specialiștilor care aveau suficiente argumente atunci cînd demonstrau că trebuie să se dea o deosebită atenție pilotajului la viteze mari și altitudini ridicate, deoarece la asemenea regimuri probele de laborator demonstrează existența unor zone de instabilitate : centrul de greutate al aparatului *Orbiter* s-a dovedit amplasat mai departe spre coada aparatului decît la oricare avion convențional, fiind profund afectat de încărcătura utilă din containerul lung de 19,5 m ! Această „aerodinamică aplicată“ i-a făcut de multe ori foarte nervoși pe piloți deși electroniștii au demonstrat că naveta posedă cele mai perfecționate tipuri de calculatoare, dotate cu programe capabile să preîntîmpine urmările unor defecțiuni mai repede decît cel mai rapid pilot din lume ! Acolo unde piloții navei au demonstrat că experiența nu le lipsește a fost în folosirea microrachetelor de stabilizare și dirijare/manevrare a aparatului *Orbiter*. La viitoarele zboruri cu revenire de pe orbită, trebuie ca sarcinile sistemului reactiv de comandă/control să fie preluate din ce în ce mai amplu de sistemele aerodinamice cu suprafețe de comandă, pe măsură ce acest vehicul cu 100 de reutilizări va pătrunde tot mai adînc în atmosfera densă. Această etapă, cînd computerul de bord de serviciu urmează să oprească funcționarea sistemului reactiv de control, aparatul rămînînd doar sub comanda dată asupra eleroanelor și ampenajelor, ca un fel de planor uriaș, este destul de complexă, ea punînd numeroase dificultăți piloților.

Aterizarea propriu-zisă va consta de fiecare dată dintr-o planare care începe cu peste 8000 mile (13 000 km) depărtare de punctul de reintrare în atmosferă, aproximativ la Sud-Est de

insula Hawai și continuă pînă la aterizarea pe pista însoțită din Florida !...“

Nu putem încheia aceste rînduri dedicate etapei eroice a pregătirii aceluia sistem de transport spațial care a făcut epocă în începutul deceniului III al *Erei cosmice*, fără a reproduce cuvintele pe care fostul director al NASA, dr. James C. Fletcher le-a rostit în anul 1976 cu ocazia publicării raportului despre naveta spațială de către Centrul spațial *Johnson* : „Orice analiză privind zborurile spațiale ale viitorului trebuie începută cu naveta, cheia accesului economic, ușor și rapid spre folosirea practică a spațiului ; zborurile cu și fără echipaj, spre și de pe orbitele circumterestre, folosind naveta, vor deveni curînd zboruri de rutină și relativ ieftine...“

Și acum cîteva date tehnice referitoare la motorul cu 100 de reutilizări al navei spațiale...

## RACHETA CU ...100 DE REUTILIZĂRI !

Astronautica este unul din cele mai elocvente exemple că știința actuală este capabilă să facă realitatea chiar mai minunată decît anticipația. Astfel, nenumărați vizionari ai astronauticii anticipaseră descriind primii pași ai unui pămîntean pe alt astru decît planeta natală, dar nici unuia dintre aceștia nu le venise ideea că acest pas va fi accesibil aproape întregii planete, sute de milioane de telespectatori urmărind cu sufletul la gură și concomitent cu efectuarea acestei memorabile întîmplări, pașii primului terian pe solul neprietenos al Selenei, în iulie 1969...

Departate de autorul acestor rînduri gîndul de a diminua capacitatea fanteziei acelor autori de anticipație, de multe ori ei irîșiși savanți de mare valoare, chiar dacă pe vremea primelor idei despre zborul omului pe Lună existau premise să se poată



emite ideea deplasării cu un... autovehicul lunar ! Mai mult, chiar dacă conceperea vehiculelor lunare nu s-a bazat pe principii noi, necunoscute în acele timpuri (cu aproximativ un secol în urmă, atunci când Verne, ori Lasswitz, ori Eyraud scriau despre zboruri spre astre), totuși realizarea unui asemenea minunat vehicul a putut deveni din imaginație realitate practică datorită punerii în practică a principiilor cunoscute în condiții absolut noi. Avem aici în vedere vidul cosmic, intensele radiații cosmice și solare, gravitație diferită de cea de pe Terra etc. Tocmai în aceasta constă secretul excepționalelor realizări contemporane, evidențiate pregnant în astronautică (dar nu numai în acest domeniu !), iar cunoașterea și stăpânirea legilor ce acționează în asemenea noi condiții a permis omului să transforme în realitate visurile ce păreau cândva că se vor limita la condiția de fantezie !

În asemenea condiții, astronautica reprezintă însuși triumful nu numai al teoriilor noi, dar și al tehnologiilor avansate, al microelectronicii și calculatoarelor miniaturale, al superaliajelor și marilor simulatoare...

Este de presupus că astronautica a constituit liantul, formidabila conjuncturare a celor mai noi și moderne direcții în știința contemporană, capabile a efectua un reviriment la scară globală, o adevărată restructurare a concepțiilor despre fiabilitate și cibernetizare a tehnologiilor contemporane.

În industria aerospațială, fiecare element trebuie calculat, apreciat și cîntărit în contextul misiunii cosmice respective, trebuie testat și verificat individual dar și în cadrul grupului, pentru categoria de fenomene previzibile, dar și pentru cazuri chiar imprevizibile, care ar putea să survină în spațiu, fie pe perioada marilor accelerații de la lansare, fie la decelerațiile proprii revenirii intacte la aterizare, studiat în ipoteza că trebuie să reziste la eforturi de mii de tone ori suprasarcini de peste 500 de ori mai mari decît cea uzuală pe planeta natală, la eforturi mecanice și termice combinate, la tensionări alternative etc. etc. Pe drept cuvînt se poate afirma că noțiunea modernă

de fiabilitate a fost reintrodusă, pe un plan nou, de cerințele zborurilor cosmice cu echipaj, pentru care nici o precauție nu trebuia omisă. Este ușor de imaginat ce conținut capătă noțiunea de fiabilitate în cazul unor vehicule spațiale de transport pe orbită, care dispun de milioane de repere, fiabilitatea fiecărui reper fiind de multe ori fundamentală !

În cazul fabricației reperelor destinate componentelor etajelor reactive ale motoarelor care funcționează la lansarea navetei spațiale, asemenea cerințe sînt mult înăsprite datorită faptului că motoarele acestui nou mijloc de transport cosmic trebuie re-folosite, mai întîi pînă la cel mult 50 de ori, iar apoi chiar de... 100 de ori !

Se spune că efectele economice, în acest caz, ale recuperării și re folosirii majorității componentelor navetei, inclusiv costurile pentru aceste activități (de la „pescuirea“ marilor rachete cu propergoli solizi și pînă la verificările pe banc a motoarelor după fiecare aterizare a aparatului orbital), cu escaladarea costurilor încă de la lansarea temelor de proiectare, pentru un aparat orbital la care piesele trebuie să reziste la ritmuri de 10 sau chiar mai multe misiuni spațiale anual !

Dar să revenim la naveta spațială sau taxiul cosmic cum a fost botezat de la primii săi pași în lumea cercetătorilor din domeniul umanizării cosmosului : după cum se știe, naveta se compune din aparatul orbital (AO), un rezervor exterior alungit (RE) care conține propergolii criogenici pentru motoarele principale ale AO și două mari motoare-rachetă cu propergoli solizi, care formează primul etaj al vehiculului (RPS) ; inițial se recuperează numai Orbiter-ul (AO) și RPS-urile ; ulterior această cerință va fi extinsă și asupra marelui rezervor exterior (RE). Misiunea unui taxi cosmic începe din momentul cînd se instalează încărcătura utilă în containerul special amenajat din fuselajul AO, de fapt, încărcătura fiind verificată și controlată încă înainte de amplasarea ei în Orbiter ; în cazul unor încărcături speciale, se iau precauții deosebite.

La start funcționează în paralel atât cele două *RPS*, cât și cele trei motoare-rachetă criogenice ale *Orbiter*-ului ; după încetarea funcționării *RPS*, la un moment corespunzător sînt largate cele două motoare *RPS*, recuperate apoi cu parașute ; aceeași situație pentru *RE* după ce *AO* este adus pe orbită (în prezent *RE* nu este recuperat).

Aparatul orbital (*AO*) este dotat cu un sistem de propulsie pentru manevre orbitale (*SPMO*) capabil să asigure schimbările de orbită și alte manevre cerute de îndeplinirea varietății foarte mari de misiuni care se încredințează acestui mijloc spațial extrem de solicitat. Operațiile pe orbită care privesc punerea în valoare a încărcăturii utile transportate în spațiu încep prin orientarea corespunzătoare a *AO*, apoi deschiderea marilor porți ale compartimentului încărcăturii utile din fuselajul *AO* și apoi acționarea dispozitivelor automate care vehiculează încărcătura ; după încheierea activităților spațiale (se apreciază o perioadă între 7 și 30 de zile, deși există cazuri foarte variate de durate ale acestor activități spațiale orbitale), se inițiază activitățile de ieșire din orbită. Reintrarea aparatului orbital în straturile dense ale atmosferei va avea loc la un unghi relativ mare de atac ; la altitudini mici, *AO* va evolua în zbor orizontal, similar unui avion supersonic comercial, iar manevrele de pe porțiunea finală a apropierei și aterizării nu vor suferi modificări substanțiale față de procedurile cunoscute încă din perioada anilor 1977/1978, cînd se testau prototipurile 101 și 102. Deși inițial se aprecia că operațiile de verificări și pregătire a unei noi misiuni vor dura mult, în mod uzual se admite în prezent ca fiind necesară doar o perioadă de două săptămîni. Această comprimare a celebrei „numărători inverse” va fi ajutată de modularizarea majorității componentelor navei, dar și de o mai orientată organizare a operațiilor de verificări la turnul de lansare. În plus, multe testări și verificări nu mai au dublările și triplările existente atunci cînd trebuiau lansate diferite tipuri de rachete la care, de exemplu, motoarele aveau fiecare particula-

rități și cerințe de operații foarte diversificate (mai mult, apăreau deosebiri chiar în cadrul aceleiași serii de motoare !).

Înainte de a prezenta „inima” *AO*, propulsoarele criogenice, recapitulăm dimensiunile și organizarea standard a navei : lungimea sistemului — 56 m (din care pentru *Orbiter* 37 m ; înălțimea sistemului fiind de 23 m și a *AO*, 17 m) ; anvergura aripii *AO*, 24 m ; greutatea sistemului (la decolare) — 2 000 t, iar a *AO* (la aterizare) — 85 t ; tracțiunea : 1 175 tf fiecare *RPS* și cca 207 tf fiecare din cele trei motoare rachetă criogenice (*MRC*) ale *AO* ; dimensiunile compartimentului încărcăturii utile : lungime cca 19,5 m, diametru 5 m.

Cele trei *MRC* montate pe *Orbiter* funcționează aproximativ opt minute, din care primele două minute în paralel cu cele 2 *RPS*, permițînd ajungerea ansamblului navei la o altitudine de cca 46 km și cu o viteză de 1,4 km/s (în momentul separării *RPS*). Tot *MCR* asigură intrarea *Orbiter*-ului pe o orbită tipică : altitudine 280 km și viteză de satelizare de 7,847 km/s... În ce privește modificările orbitei (circularizări, optimizări etc.) sau trecerea pe altă orbită, în limitele altitudinilor maxime/minime (1100 km/185 km) pentru categoriile orbite circulare și eliptice, se folosește sistemul *SPMO*. Fiecare din cele trei motoare *MRC* este lung de cca 4,5 m cu diametrul în zona ajutorului reactiv de 2,4 m, dezvoltînd o forță de tracțiune de 165 tf la nivelul mării, respectiv de 207 tf în vid ; modificările regimurilor de tracțiune ale acestor motoare au inclus domeniul de la 50% la 109% din tracțiunea nominală la nivelul mării, astfel ca *Orbiter*-ul să fie supus unor accelerații în valoare maximă de 3g. Dispunerea și fixarea acestor *MRC* pe structura *AO* asigură orientarea motoarelor pe timpul fazei active în vederea controlării zborului. În aceste etape ale fazei active, cele 3 *MRC* consumă 603,3 t de oxigen lichid și 99,8 t de hidrogen lichid, stocate înaintea startului în *RE*. Desigur, „ingerarea” a aproape o jumătate de tonă de propergoli criogenici în fiecare secundă (mai precis 420 kg de oxigen lichid și 70 kg de hidrogen lichid !) constituie o indicație privind parametrii ridicați din aceste motoare-rachetă, la care

trebuie adăugat faptul că, în cadrul a circa 100 de misiuni spațiale, inclusiv verificările pe stand anterior fiecărei misiuni, aceste motoare au cea mai ridicată fiabilitate dintre toate motoarele-rachetă criogenice care au fost construite vreodată !

În ce privește legăturile dintre motoare și marele *RE*, așa-numitele interfațări pentru liniile fluide, ele au fost astfel organizate încât comunicațiile și drenajele pentru hidrogenul lichid să fie pe partea stângă-finală a aparatului *Orbiter* (văzută de comandantul aparatului de la postul său de pilotaj), iar pe cealaltă parte, utilitățile pentru oxigenul lichid. Imediat ce *RE* este largat, toate aceste conexiuni sînt acoperite de panouri mari, iar în cadrul operațiilor de întreținere sînt incluse activități asupra conductelor respective.

O problemă deosebită a acestor motoare a constat în valoarea ridicată a presiunii în camerele de ardere care, împreună cu ciclul etajat de combustie și valoarea ridicată a raportului de expansiune a gazelor arse, permit un impuls mare, dar necesită un calculator numeric pentru coordonarea parametrilor funcționali în raport cu etapa de zbor, precum și unul din primele ajutoare telescopice din istoria motoarelor-rachetă pentru zboruri spațiale ! În varianta ajutorului telescopic, raportul lungime/diametru se modifică de la 4,3/2,4 m la circa 7,04/3,74 metri. Această variantă nu este folosită în prezent, dar s-a propus în unele cazuri, mai ales pentru misiunile care prevăd plasarea unor încărcături mari pe orbite eliptice alungite.

În ce privește întreținerea și testarea acestor motoare-rachetă, au fost pregătite standuri de obținere a performanțelor — cu peste 200 de puncte de măsură — înregistrările variațiilor parametrilor în timp real fiind asistate de un calculator electronic, programul de algoritmi asigurînd interfațarea cu valorile preliminate conform caietelor de sarcini și a cărților de performanțe ale motorului.

De fapt, firma constructoare a motoarelor din compunerea *Orbiter*-ului, Rocketdyne Co, specializată în realizarea de rachete performante, a primit de la NASA, prin tema de proiectare

a acestor motoare, încă din 1965, cele mai dificile caiete de sarcini ; se prevedea, spre exemplu : realizarea unei scheme constructive de motor-rachetă cu propergoli criogenici și impuls ridicat, avînd fiabilitate maximă, în vederea reducerii la minim a riscurilor pe timpul exploatării și întreținerii ; atingeria de performanțe ridicate, în condițiile unei funcționări pînă la 100 de reutilizări, cu cel mult o revizie generală intercalată, o exploatare simplă și o pregătire a reutilizării într-un interval record (sub 15 zile !), avînd totodată și prevederile pentru dezvoltări posibile în deceniul următor !

Ca atare a fost adoptată o schemă originală structurală și de ardere a propergolilor criogenici (hidrogen lichid și oxigen lichid) prin ciclu etajat, asociat cu folosirea unor camere de ardere la presiuni neobișnuit de mari (peste 200 atm. !). În timpul desfășurării ciclului de ardere etajat, propergolii sînt arși parțial la o presiune foarte înaltă, dar la temperaturi relativ scăzute, într-o așa-numită cameră de precombustie, urmînd ca procesul de combustie să se finalizeze la presiunile mari menționate și temperaturi de peste 2500 grade, în camera de combustie principală a motorului, înainte ca jetul reactiv să părăsească motorul printr-un ajutoraj special profilat și avînd gradul de detentă de 77,5 : 1 !

Specialiștii firmei au reușit, după numeroase încercări (unele din anii 1977—1978, soldate chiar cu incendii), să pună la punct o ardere cu un randament de aproape 99%, o răcire a corpurilor camerelor de ardere, ajutorajului etc. cu ajutorul hidrogenului lichid etc.

Fiecare din cele trei motoare principale din *Orbiter* posedă trei regimuri funcționale de bază : minim, nominal și maxim ; între aceste regimuri se pot realiza, la comandă asigurată prin calculatorul fiecărui motor, diferite regimuri intermediare, în raport de cerințele misiunii spațiale, cerință care este, parțial, ajutată și de faptul că fiecare motor are capacitatea de a pivota cu  $\pm 8$  grade, dintre care un grad pentru compensarea erori-



lor de instalare ; majoritatea lansărilor vor beneficia de valoarea nominală de 207 tone-forță a fiecărui motor criogenic (în altitudine, respectiv 165 tone-forță la sol).

Cele două camere de combustie sînt deservite de patru turboagregate de presiune pentru cei doi componenți ai propergolului, două de joasă și două de înaltă presiune ; amintim apoi injectoarele, colectoarele de gaze fierbinți, ajutorul, turboagregatele destinate răcirii forțate pentru părțile fierbinți ale motorului etc.

Camerele de precombustie, care formează primul etaj al ciclului etajat al acestor motoare, servesc arderii în amestec sărac, producîndu-se un jet bogat în hidrogen, capabil să alimenteze turboagregatele de presiune înaltă ; colectorul de gaze fierbinți, „inima” motorului, susține ambele camere de ardere, injectorul principal, complexul de comandă pneumatică, ajutorul reactiv, conductele aferente.

Forța de tracțiune se aplică, teoretic, în lagărul din suspensia cardanică a ansamblului la structura de rezistență a *Orbiter*-ului, care asigură și orientarea menționată a motorului. Acesta este primul motor performant supravegheat de un calculator propriu, care primește dispoziții de la postul de comandă al navei, putînd controla și chiar acționa asupra regimului motorului, conform unui program prealabil stabilit. În caz de avarie, acest computer acționează instantaneu, izolînd zona afectată și dînd comenzi de remediere, ori, dacă aceasta nu este posibil, de oprire a motorului. Probele efectuate recent au demonstrat că naveta poate decola chiar dacă unul din cele trei motoare criogenice din *Orbiter* se oprește la start !

Deoarece funcționarea motorului, la fiecare misiune, este de numai opt minute, iar motorul este fiabil pentru 7,5 ore de zbor, înainte de o revizie generală, înseamnă că pentru 55 de zboruri fiecare motor nu necesită decît verificările prealabile oricărei misiuni în spațiu ! Aceste motoare vor căpăta dez-

voltări ulterioare, în vederea prelungirii resursei și a creșterii numărului de ore între reviziile generale.

Și acum cîteva informații cu scopul de a fi introduse proiectele contemporane privind motoarele neconvenționale ale viitorului secol :

### MOTOR TERMOATOMIC SAU... RACHETA CU LASER ?

Naveta a fost imaginată și construită pentru a rezolva scopuri practice imediate, cu costuri scăzute, în beneficiul Terrei, iar într-o etapă ulterioară ca mijloc reutilizabil pentru atîngerea cosmoporturilor unde vor fi asamblate, garate sau de unde vor porni în spațiu, expedițiile omului spre alte astre...

În scopul atingerii orbitelor mai înalte și în primul rînd al celor geostaționare (sincrone cu mișcarea Pămîntului) probabil chiar în anul 1980 naveta va primi încă un motor-rachetă, am putea spune clasic, numit etajul suplimentar intermediar (IUS) ; este vorba de o rachetă bietajată formată din două motoare cu propergoli solizi, avînd tracțiunile de respectiv 19,5 și 7,9 tone-forță. Fiecare IUS va dispune de propriul sistem de comandă-control, care va asigura nu numai funcționarea, dar — după spusele celor de la firma Boeing care-l construiesc deja — să nu depășească în ansamblu accelerații de cinci ori mai mari decît cea terestră. Acest sistem, economic și el, cu etaje reactive de tip IUS, se presupune că va elimina proiectul remorcherului spațial TUG, a căror propulsare era o problemă : încercînd să se apeleze în primă instanță, la bine cunoscutele motoare-rachetă chimice cu combustibili criogenici, a început să se contureze soluția sistemelor de propulsie principal noi, capabile de producerea unor viteze nemaiîntîlnite,

avînd rapoarte de masă excelente, ceea ce compensează în mare măsură valorile relativ reduse ale forțelor de tracțiune.

În cazul celui mai bun propergol chimic lichid cunoscut la sfîrșitul celui de-al doilea deceniu al Erei cosmice — amestecul de hidrogen lichid și oxigen lichid — se obțin viteze de evacuare din motor a gazelor arse de pînă la 4,3 km/s; în aceste condiții, specialiștii făceau „minuni” în a reduce greutatea structurii rachetelor și mai ales a sarcinilor utile ale acestora, deoarece pentru a putea dezvolta puterea necesară obținerii unei viteze cosmice, cantitatea de propergol la bordul unei rachete spațiale trecea de 60% din masa acesteia! Una din cele mai mari rachete [„Saturn”-5] avea la start o masă de circa 2900 de tone și putea plasa pe o orbită relativ joasă o sarcină pînă la 145 tone (laboratorul „Skylab” la altitudinea de 400 km) — deci un raport de 20/1! Chiar naveta spațială nu stă cu mult mai bine: are la start 2000 de tone și plasează pe orbită ansamblul *Orbiter* + marele rezervor (gol!), adică cca 120 de tone, deci 20/1,2... În mod similar, cea mai bună rachetă vest-europeană nu reușea să treacă de 20/0,9 (racheta *Ariane*, 1979), astfel încît soluția a trebuit căutată în alte tipuri principial deosebite de motoare-rachetă; s-a pornit de la ideea că dacă se ating viteze de evacuare a gazelor din motor de 8 km/s, atunci raportul dintre masa de start și cea utilă, chiar pe orbită geostaționară, poate ajunge aproape de ...2! Prima soluție care a fost demarată în anii 1965/66 a constat din motorul termooatomic; unele rezultate obținute cu motorul *Nerva* în Nevada la poligonul de la Jackass Flot a dat primele speranțe că omul va atinge solul marțian înainte de sfîrșitul mileniului.

În cazul motorului-rachetă nuclear sau termooatomic, sursa de energie primară este constituită de reacția în lanț controlată a nucleelor atomice ale unui material fisionabil, într-un reactor nuclear (numit uneori și pilă atomică), căldura dezvoltată fiind folosită pentru încălzirea și accelerarea unui fluid auxiliar (numit și propelant) constituit, de regulă, dintr-un

amestec intim de apă și hidrogen, sau chiar din hidrogen lichid. Propelantul, după ce preia căldura circulînd prin acest tip de motor și ajunge la temperaturi de peste 2000 de grade, este accelerat în ajutorul de evacuare la viteze cuprinse (teoretic) între 10 și 14 km/s, ceea ce ar permite unor vehicule, conținînd asemenea motoare pentru treptele superioare, să asigure zborul omului spre alte planete din sistemul solar. Există proiecte care, ținînd seama de necesitățile protecției biologice atît ale echipajului cît și de prevenirea unor posibile explozii prin cuplarea etajului termooatomic chiar în Cosmos, propun organizarea unor expediții ale echipajelor umane spre planeta Marte înainte de sfîrșitul actualului mileniu. Principalul inconvenient al acestor nave cosmice atomice îl constituie greutatea prohibitive ale reactoarelor nucleare, precum și a ecranelor de protecție radiobiologică a echipajului.

Aceste inconveniente sînt eliminate în cazul motorului-rachetă cu laser, a cărui schemă prevede ridicarea suficientă a temperaturii cu ajutorul radiației unor lasere foarte puternice, avînd funcționare continuă și fiind amplasate fie pe Pămînt, fie în spațiu (pe o bază spațială orbitală sau chiar pe... Lună!). Fizicianul american Arthur Kantrowitz prezenta astfel principiul rachetei cu laser în anii 1976—1977: raza laser „țintește” și urmărește vehiculul spațial alimentîndu-i continuu motorul cu acest tip de energie, care este concentrată optic asupra fluidului de lucru, obligat de turbopompe să suporte încălzirea și accelerarea la viteze de ordinul zecilor de kilometri pe secundă! Studiile efectuate pînă în 1980 au vizat: alegerea fluidului de lucru, adaptarea laserelor de mare putere pentru a putea funcționa în regim continuu, perfecționarea tehnologiilor de lucru pentru elaborarea de materiale termorezistente destinate camerelor de combustie, realizarea modelelor funcționale de termoelectropompe, în unele variante chiar turbopompe. Kantrowitz propunea folosirea apei transformată în vapori de raza laser și accelerată într-un ajutoraj *Laval* perfecționat, în care condensările să fie cît mai mult evitate. Hidrogenul a rămas

un pretendent foarte „conștiincios“, dar se pare că metanul va constitui soluția finală : încălzit la 4 500—7 000 de grade el poate fi apoi accelerat la 10—12 km/s, iar transvazările metanului, fără a mai vorbi de economicitatea acestuia, sînt mai convenabile decît în cazul hidrogenului.

Începutul va fi greu, mai ales în ce privește laserele de mare putere : calculele arată că un laser de 1 MW poate asigura unei rachete de 30 de tone o accelerare doar de 0,001g, (g-accelerația gravitației), evident, total insuficientă unui zbor spațial utilizabil. Cu laserele de puteri mari, pînă la 1000 MW se asigură accelerații echivalente la 1g, dar chiar în condițiile de la sfîrșitul mileniului, ele nu vor depăși faza de cercetări de laborator ! Apare foarte interesant proiectul care prevede ca să se folosească radiația solară, concentrată cu ajutorul unor lentile imense, cu diametre de ordinul zecilor de metri ! Se știe că în spațiu, la nivelul orbitei terestre, Soarele oferă radiații electromagnetice cu o densitate a puterii de circa 1,4 kW/m<sup>2</sup>, deci o oglindă cu diametrul de 30 m asigură pînă la 1 MW !

Se pare că soluția amplasării laserelor pe solul planetei noastre va fi abandonată, fiind considerată neeconomică și chiar periculoasă, astfel încît stațiile de putere-laser urmează a fi instalate în diferite puncte ale spațiului periterestru, în principal în punctele lagrangiene și cît mai aproape de centrala heliospațială ce ar putea fi operațională în anul 2000 !

## CAP. 2

### TRANSMITE COSMOLABORATORUL PERMANENT...

*„Cosmonautica ni se înfățișează ca un fel de pîrghie a progresului științei și tehnicii.“*

A. Blagonravov, 1971

În scopul explorării, dar mai ales a exploatării cît mai ample și eficiente a cosmosului, a caracteristicilor neobișnuite și atît de deosebite ale acestei adevărate „lumi noi“ de la sfîrșitul mileniului II, apare ca necesară asigurarea de mijloace și condiții specifice.

În această activitate, demarată odată cu începerea instalării pe orbită a primelor stații științifice spațiale, de tipul *Saliut* și *Skylab*, printre savanții de seamă, promotori în domeniu, se numără Serghei Pavlovici Koroliov — cunoscutul constructor principal al navelor și rachetelor de tip *Soiuz*, *Vostok* ; apoi dr. Wernher von Braun, de al cărui nume s-a legat construirea rachetelor de tip *Saturn*, printre care *Saturn-V* a permis aselenizarea omului în 1969 ; de asemenea, academicianul sovietic Anatoli Blagonravov, inițiatorul și primul președinte al comisiei sovietice pentru explorarea și valorificarea pașnică a spațiului...

În rîndurile care urmează vor fi prezentate unele dintre opiniile, definitorii pentru evoluția astronauticii anilor următori, emise de savanții mai sus menționați, opinii care includ și direcțiile de valorificare a resurselor astronauticii pentru om, așa cum le-au văzut fiecare dintre acești mari oameni contemporani, pe care astronautica i-a pierdut încă în perioada



cînd puteau produce pentru aplicațiile pașnice ale acestei științe...

În articolul „Pași spre viitor“, ultimul pe care l-a semnat Koroliov, savantul sublinia : „Oricine își poate reprezenta minunatele planuri de explorare a Universului, cu condiția să se bazeze pe ce a fost deja realizat. Fiecare an astronomic marchează drumul aflării celor mai ascunse mistere ale naturii. Marele nostru compatriot Konstantin Eduardovici Tîolkovski obișnuia să spună : „ceea ce este imposibil astăzi, va deveni posibil mâine“. Întreaga istorie a astronauticii confirmă justetea acestor cuvinte. Ceea ce a fost considerat nerealizabil cu secole în urmă, ceea ce abia ieri părea un vis minunat, astăzi devine o sarcină realizabilă care mâine va fi îndeplinită fără îndoială. Nu există nici o limită în posibilitățile omului !...“

Cu puțin timp înainte de a pleca pentru ultimul său drum în spațiul fără de întoarcere, prof. dr. Wernher von Braun a înființat Institutul național pentru spațiu, dedicat educării și ajutorării eforturilor pentru zborurile spațiale și tehnologia cosmică ; în 1976, din motive de sănătate, a cedat conducerea ca președinte al acestei fundații lui Hugh Downs, iar în alocuțiunea conținînd aprecierile sale asupra viitorului astronauticii, von Braun afirma : „Omenirea a pătruns într-o etapă a erei cercetării spațiului care poate fi numită umanitară, deoarece omul va folosi pașnic mijloacele și caracteristicile spațiului. Va fi o etapă în care noi vom putea să soluționăm numeroase probleme pe care altfel nu am fi fost capabili să le soluționăm...“ Și revenind asupra unui proiect mai vechi pe care l-a întrezărit, nu uita să adauge totdeauna : „Am mai arătat că președintele Thomas Jefferson a pierdut acum 137 de ani marea șansă a inițierii expediției cosmice „Marele turneu“ și că nimeni nu-i va ierta pe contemporanii noștri că am repetat aceeași greșală !... Din păcate, toate argumentările mele au rămas fără ecou ; marele meu proiect, marele proiect al omenirii, visul specialiștilor care au gîndit vreodată la cercetarea planetelor sistemului

solar într-un minunat traseu pînă spre Pluto, a „decedat“ în stare incipientă, din motive financiare...“<sup>1</sup>

În anul 1977, într-un interviu luat de o revistă franceză, von Braun a căutat să justifice astfel scopul final al cercetărilor spațiale și al eforturilor făcute în acest scop de omenire : „...De-a lungul istoriei omul a fost în permanentă luptă cu natura. După ce a reușit să treacă peste ape, acum încearcă să se ridice în spațiu. În această epopee, cucerirea cosmosului este ceva la fel de natural ca și viața însăși. Ea este înscrisă în destinul omului, Pămîntul putînd fi considerat ca matricea sistemului solar. Concepînd astfel zborurile spațiale se poate admite că omul ar putea aduce scînteia vieții în Univers...“

În anul 1971, la ultima sa conferință de presă, organizată sub auspiciile Agenției de presă *Novosti*, Anatoli Blagonravov a justificat astfel de ce vede în cosmonautică o pîrghie a progresului științei și tehnicii : „...Știința modernă nu se mai poate mulțumi cu informația pe care o obține în condiții terestre. Tehnica cosmică a deschis posibilitatea pătrunderii aparatelor de măsurat în spațiul circumterestru, în cel interplanetar și pe corpurile cerești. Ea a permis oamenilor de știință să efectueze experiențe în condiții imposibil de creat pe Pămînt. Aparatele cosmice i-au eliberat pe astronomi de îngrădirile impuse de atmosfera planetară asupra diapazonului radiațiilor înregistrate, au asigurat cuprinderea globală a proceselor și fenomenelor care au loc pe Pămînt și în apropierea lui. Științele despre Pămînt au căpătat posibilitatea de a compara reprezentările „terestre“ cu informația despre natura altor corpuri cerești, fapt care activează apariția de noi idei și ipoteze științifice, dezvoltarea și concretizarea concepțiilor teoretice.

Tehnica cosmică funcționează într-un mediu neobișnuit, extrem de defavorabil, ceea ce implică să fie foarte sigură și eficientă. Satisfacerea acestor exigențe impune dezvoltarea inten-

<sup>1</sup> W. von Braun are în vedere aici fenomenul cu repetabilitate la cei 137 de ani al „alinierii planetelor“ de o parte a Soarelui, astfel încît un aparat interplanetar ar putea survola o mare parte din acestea cu ocazia unui singur zbor.

sivă a cercetărilor în cele mai variate domenii ale științelor tehnice : mecanica aplicată, crearea de noi materiale, metale, polimeri etc. În același timp, este necesară dezvoltarea unor principii noi în energetică și de perfecționarea motoarelor cu reacție, de dezvoltarea metodelor și a mijloacelor navigației spațiale și de asigurarea telecomunicațiilor la distanțe cosmice, de ordinul zecilor și chiar a sutelor de milioane de kilometri.

Cercetările spațiale au influențat cel mai mult fizica atmosferei superioare a Pământului, care studiază structura și modificările atmosferei neutre, ale ionosferei și prognoza în telecomunicații. Fizica magnetosferei Pământului, fizica plasmei și a Soarelui, radiațiile corpusculare, vântul solar, influența activității Soarelui asupra proceselor care au loc pe Terra și altele, iată discipline ajutate de cosmonautică...

. . . . . : : : : :

Principalele țări cu programe spațiale au creat, lansat și utilizat laboratoare capabile să permită și să asigure aplicarea celor mai noi tehnici și tehnologii științifice, în condițiile cu totul particulare ale Cosmosului ; ca exemple putem cita, în primul rând, complexul laboratorului spațial *Skylab*, considerat pînă foarte recent cel mai mare obiect spațial artificial cu utilizare multiplă care a fost plasat vreodată pe orbită. Încă în anul 1973, cu ajutorul *Skylab*, în afara unuia dintre cele mai complexe programe spațiale efectuate de o serie de echipaje pe orbită, se demonstrase practic posibilitatea omului de a trăi și lucra în Cosmos pînă la aproape trei luni. De asemenea, stațiile orbitale științifice sovietice *Saliut* demonstraseră că, în combinație cu nave cosmice pilotate de tip *Soiuz* și beneficiind de realimentări cu navele-cărâuș *Progress*, echipajele pot desfășura activități multiple, un timp foarte îndelungat. Combinarea eforturilor specialiștilor sovietici și americani a condus la programul *Soiuz-Apollo*, destinat asigurării unei metodici de salvare în Cosmos. În continuare, vom exemplifica cu prezentarea principalelor laboratoare spațiale, inclusiv *Spacelab*...

## SALIUT, SKYLAB, SPACELAB ȘI PERFORMANȚELE LOR !

Programul stațiilor spațiale sovietice „Saliut” cu rol de laborator extraterestru îndelungat a demarat la 19 aprilie 1971, prin plasarea pe o orbită aproape circulară (200/224 km, înclinare 51,6 grade) a stației *Saliut-1*, stație cu care puțin timp mai târziu au reușit cuplarea spațială comandată echipajul navei *Soiuz-10*, format din cosmonauții V. A. Satalov, A. S. Eliseev și N. N. Rukavișnikov. Cele două aparate spațiale au evoluat cuplate pe orbită timp de 5,5 ore, timp în care echipajul a efectuat un mare număr de înregistrări, cercetări, observații astronomice și de navigație spațială, inclusiv mai multe ședințe de transmisii de date și telecomunicații cu stațiile de la sol și de pe nave special amenajate, plasate în oceanul Atlantic.

La 7 iunie 1971 a fost alcătuită pe orbită prima stație științifică spațială locuită, ca urmare a joncțiunii efectuată de echipajul navei *Soiuz-11* (Gh. Dobrovolski, V. Volkov și V. Pațaev) cu stația spațială *Saliut-1*. Echipajul care ulterior va dispărea într-un regretabil accident (ca urmare a desermetizării cabinei *Soiuz* la revenire în atmosfera terestră), a întreprins la bordul stației *Saliut* un complex de cercetări, experimente și observații științifice, dintre care cele mai semnificative s-au referit la : verificarea și testarea întregii construcții cosmice, a agregatelor, sistemelor și a aparaturii de bord a stației orbitale pilotate, activizarea sistemelor manuale și automate de navigație și de dirijare, studierea geologică-geografică a învelișului de zăpadă și gheață a planetei, cercetarea caracteristicilor fizice ale învelișului atmosferic planetar, a fenomenelor și proceselor din Cosmos în diferite benzi ale spectrului de radiații electromagnetice, cercetări medico-biologice privind lucrul în imponderabilitate, în condițiile Cosmosului...

Varianta ulterioară *Saliut-2* a fost dotată numai cu o singură pereche de panouri solare ; ea a fost testată în anul 1973

cu ajutorul navelor spațiale *Soiuz-12* și *13*. Cu aceste zboruri a fost complet omologat în condițiile spațiului un tip standard de stație spațială-laborator. Cu masa de circa 20 de tone, cosmola-boratorul *Saliut-standard* are o formă cilindrică, fiind compus din trei compartimente (sau module) : *compartimentul de trecere* (transfer), *cel de lucru* și *cel de serviciu*. Numai primele două module sînt presurizate (la o variantă ulterioară, în cel de-al treilea modul, care nu este presurizat, este amplasată cea de a 2-a vană de cuplare cu navele *Soiuz*). Compoziția chimică a aerului din compartimentele unde este menținută presiunea atmosferică, este formată din oxigen și azot, amestec regenerabil cu un sistem automat de purificare ciclică. Laboratorul este capabil să se orienteze în raport cu Soarele și cu alți aștri de referință prestabiliți. Compartimentul de lucru a fost dotat cu o aparatură complexă: telescoape în UV și IR, spectrometre, aparate destinate cercetărilor medico-biologice etc. Aici este situat postul de comandă și cel de observare a spațiului, sursele de energie, rezerve vitale, o minibucătărie, un veloergometru, echipament igienico-sanitar etc. Compartimentul de trecere conține sistemele de trecere a echipajului din nava cosmică în stație și de joncțiune, aparatura de navigație autonomă, mijloace de recuperare a echipajului etc. În compartimentul de serviciu sînt motoarele-rachetă ale complexului spațial.

În iulie 1974 a fost lansată stația *Saliut-3* care a găzduit echipajele navelor cosmice *Soiuz-14* și *15*; de această dată stația a fost astfel organizată din punct de vedere al plasării panourilor solare încît presiunea radiației solare să nu mai transforme stația într-un gigantic radiometru Crookes<sup>1</sup>, planul panourilor conținînd de această dată axul stației, ceea ce anulează cuplul datorat presiunii radiației solare.

Stația *Saliut-3* a devenit stabilă și manevrieră, propulsia fiind reglată de calculator, sistemul de navigație autonom, iar climatul menținut automat.

<sup>1</sup> Crookes William (1832—1919), chimist și fizician englez.

La 26 decembrie 1974 a fost lansată stația *Saliut-4*, pe care a fost menținut același sistem de navigație autonom care a servit atît în cazul cuplărilor cu navele cu echipaj *Soiuz-17* (11 ianuarie—9 februarie 1975) și *Soiuz-18* (24 mai—26 iunie 1975), cît mai ales la asigurarea *rendez-vous*-ului automat cu nava *Soiuz-20* nepilotată (19 noiembrie 1975). Prezentarea unora dintre experiențele și a aparaturii aferente de la bordul stațiilor *Saliut-5* și *Saliut-6* va permite concretizarea evoluției dotărilor acestui tip de laborator spațial și verificării modului în care au evoluat acestea.

Cercetările de astrofizică și astronomie au avut ca suport fizic telescoapele cu raxe X : telescopul tip *Filin* (cu deschidere mare și limitare prin colimatoare mecanice, cu elemente sensibile capsulate și conținînd argon și metan, trei contoare proporționale sensibile între 2 și 10 keV, iar al patrulea între 0,2 și 2 keV) ; la acest telescop radiația este captată, apoi analizată de un spectrometru cu opt canale la care se asociază două fotometre sensibile în verde și respectiv albastru. Cu acest telescop *Filin* au fost analizate radiațiile provenite din constelațiile Perseu, Hercule, Scorpion etc. Cu celălalt telescop, RT-4, realizat de Institutul de fizică „Lebedev“, au fost studiate sursele astronomice de radiații X de tip punctiform, ca, de exemplu, *Vela-X* ; acest telescop are o lentilă parabolică traversată de protoni și electroni, dar care reflectă fotonii și îi focalizează pe un captator sferic umplut cu un gaz, intrarea în numărătorul de particule fiind acoperită cu o membrană organică avînd grosimea de ordinul micronilor. Cu acest ansamblu au fost obținute sute de spectrograme ale Soarelui și ale unor surse stelare de radiații X. Au fost apoi instalate două aparate astronomice : un telescop solar OST-1 care, împreună cu un spectrometru KDS, a permis extragerea radiațiilor datorită erupțiilor din fondul general, continuu, al radiației UV.

Astronomii și-au văzut un vis cu... ochii (!) : să poată studia în banda infraroșie a spectrului Terra, Luna, steaua Canopus, planeta Saturn și chiar stele din constelațiile Cassiopea și Norii



lui Magellan ! Rezultate excelente au obținut și meteorologii, care au putut urmări procese dinamice din atmosfera planetei, sondată la răsăritul și apusul Soarelui, pentru a explora pe lungimi mari, de ordinul miilor de km... Un foarte util și prețios material documentar și de date științifice au fost procurate și următoarelor categorii de specialități : telecomunicații, geologie-geografie, medicină și biologie spațială, microbiologie, astrofizică, fizica plasmei etc.

Un pas avansat l-a constituit organizarea aparaturii de cercetare științifică de pe stația *Saliut-5*, plasată pe orbită la 22 iunie 1976 și apoi vizitată de mai multe echipe de cosmonauți-specialiști (de exemplu, echipajul navei cosmice *Soiuz-21* format din B. V. Volinov și V. M. Jolobov) ; menționăm cercetările de geomorfologie, studierea fenomenelor atmosferice și a unor fenomene din spațiul cosmic, experiențe tehnologice în condiții de imponderabilitate, verificarea unor sisteme, dispozitive și instalații de la bordul stației, cercetări de biologie și medicină spațială, inclusiv destinarea unui compartiment unor cercetări genetice (creșterea unor generații de insecte născute în imponderabilitate).

În continuarea programului de cercetări spațiale prin plasarea pe orbite circumterestre a unor laboratoare tot mai bine dotate, în noiembrie 1977 a fost plasată pe traiectorie stația *Saliut-6*, vizitată, de asemenea, de mai multe echipaje, mai ales că noul tip de laborator cosmic a fost dotat cu două dispozitive de amarare și cuplare cu navele de tip *Soiuz*. Începând din anul 1978, programul *Soiuz-Saliut* a căpătat valențe noi, atât prin amplificarea programului de cercetări în Cosmos, în special în beneficiul cunoașterii proceselor de pe Terra și a influențării acestora, dar și pentru faptul că noua generație de stații-laborator *Saliut* a căpătat o asemenea organizare structurală, încât prefigurează una din variantele foarte viabile ale laboratorului permanent orbital. Considerăm utilă o scurtă prezentare a unor sisteme și instalații montate pe *Saliut-6* care, așa cum arăta dr. doc. ing. K. Feoktistov, s-au înscris pe următoarea linie :

„...am acordat o atenție deosebită aspectului calitativ al cercetărilor și anume un număr mai redus de aparate, dar prioritate instrumentației de dimensiuni apreciabile“, respectiv instalațiile care dau rezultate de prestigiu, dar trebuie comandate de cosmonautul-cercetător. Or, tocmai aici se evidențiază o valență specifică a programului *Intercosmos*, din care face parte și țara noastră, deoarece la utilizarea aparaturii acesteia, uneori realizată în comun de specialiștii din țările socialiste participante la *Intercosmos*, participă nemijlocit cosmonauții-cercetători din toate țările aflate în programul *Intercosmos*.

Dar să prezentăm, mai întâi pe scurt, unele din componentele specifice construcției stației *Saliut*, perfecționată în anii 1977/78 : împreună cu cele două nave acostate la extremități (fie *Soiuz*, fie *Progress*), complexul științific orbital sovietic măsoară cca 30 metri și cântărește peste 32 de tone, posedând opt hublouri și șapte posturi de lucru. În compartimentul de lucru, unde se găsesc posturile de lucru ale comandantului și inginerului de bord, se află și principalele sisteme de comandă-control ale stației, instalația de teletyp „Stroka“, aparatura biomedicală, cea de teledetecție a resurselor terestre, inclusiv camera multispectrală MKF cu șase canale fabricată de Carl Zeiss-Jena, velo-ergometrul, combina „Ciblis“ pentru asigurarea presiunilor negative în costumele cosmonauților destinate membrilor inferioare, instalații de igienă personală etc. etc. În avalul compartimentului de lucru se găsesc aparatele științifice, precum și sistemele de comandă și orientare a acestora către Pământ, inclusiv cele două camere de luat vederi, una fixă și alta mobilă, pentru a putea fi transportată și instalată în dreptul oricăruia din cele opt hublouri ale stației, fiecare alcătuit din sticlă de cuarț, în straturi cuprinzând între ele aer uscat. Întreaga stație este acoperită cu material termoizolator, din straturi aluminizate și din fibră de sticlă.

Compartimentul de propulsie a primit unele organizări corespunzătoare, în special pentru noua situație când la stația în actuala variantă s-a prevăzut cel de-al doilea punct de ama-

rare ; astfel, acest compartiment conține : motoarele principale, rezervoarele de propergoli și de aer, canalizațiile, captatorii de orientare a celor trei mari panouri solare (60 m<sup>2</sup> de baterii solare, cu o putere totală de 4 kW), motoarele pentru controlul atitudinii stației, cele de orientare și stabilizare, camerele de televiziune, antenele sistemelor de telecomunicație și radioelectrice, antenele radar etc.

Și acum, unele scurte detalii specifice pentru aparatura ce în prezent specialiștii sovietici o apreciază că poate primi denumirea de „clasică” pe o stație de tip *Saliut* a următorilor ani :

- telescopul submilimetric BST-1M cu oglinda de 1,5 m în diametru, avînd detectoarele „răcite” cu heliu lichid (4,2 K), acesta circulînd într-un pretențios sistem cu circuit închis ; aparatul lucrează în trei game de măsură, cuprinse între infraroșul îndepărtat și ultraviolet. Aparatul este destinat observațiilor astronomice cantitative asupra nebuloaselor, a quasarelor și stelelor în formare, asupra galaxiei lui Seyfert, precum și asupra radiației infraroșii a Pămîntului ;

- camera multispectrală MKF-6 M capabilă să ia simultan clișee în șase game de lungimi de undă, de la spectrul vizibil la cel în infraroșu, destinată cercetărilor de teledetecție ;

- instalația „Kristall” destinată obținerii unor materiale semiconductoare în condițiile imponderabilității : formarea monocristalului din soluție de arseniat de galiu la temperaturi ridicate (peste 1000°C), prin permutări ale capsulelor de lucru în cuptorul electric în condiții de imponderabilitate ;

- instalația „Rezonanța” destinată studierii caracteristicilor dinamice ale complexului spațial *Soiuz-Saliut-Progress* și stabilirii eforturilor care acționează, în diferite condiții dinamice asupra construcției acestuia în ansamblu și pe principalele componente ;

- instalația „Meduza”, constituită dintr-un grup de casete cu biopolimeri, fixate temporar pe unul din pereții exteriori ai stației, destinată studierii efectelor factorilor cosmici asupra biopolimerilor ;

- instalațiile „Polinom”-2, „Reograph” și „Beta” destinate cercetării organismelor cosmonauților precum și a dinamicii schimburilor din microatmosfera compartimentelor etanșizate ale stației ;

- instalația „Splav” destinată cercetărilor de micrometalurgie cosmică, beneficiind de condițiile unice puse la dispoziție de cosmos, în vederea realizării unor tehnologii pentru turnarea, lipirea, sudarea etc. a unor materiale, metalice ori nemetalice speciale, care în condiții normale prezintă dificultăți la efectuarea acestor activități tehnologice de mare utilitate în cazul pregătirii condițiilor tehnice ale viitoarelor construcții în cosmos ;

- sistemul de orientare electromecanică de tip „Cascad”, de mare economicitate, care permite influențarea controlată a momentului de inerție al ansamblului vehiculului spațial locuit etc. etc.

Datorită experienței acumulate cu noile stații *Saliut*, iată cîteva exemple de ce înseamnă astăzi posibilitățile de cercetare existente la bordul unei stații spațiale standard provenită din *Saliut*-ul anilor 1978/79. Unul din membrii echipajului urmărește de două ori pe zi înregistrările automate ale aparaturii care măsoară caracteristicile energetice ale fluxurilor de gaze neutre și de plasmă ce însoțesc corpurile care traversează cu viteze cosmice atmosfera terestră, precum și a dispozitivelor de înregistrare automată a diagramelor temperaturii straturilor superioare ale atmosferei în raport de intensitatea benzii roșii corespunzătoare la 6300 Å. Complexul de cercetări biomedicale de tip „Oazis” din generația a 2-a urmărește automat fazele de dezvoltare a unor semințe cultivate în sol artificial, a unor alge care evoluează în containere termostatare, a unor țesuturi care se dezvoltă în condiții de imponderabilitate, radiații etc. Cuplat periodic la captatorii montați în costumele speciale ale membrilor echipajului, sistemul *Polinom-2* asigură transmiterea parametrilor fiziologici și reacțiile organismelor acestora, atît la sol, cît și în fișele fiecărui membru al echipei, în vederea urmăririi atît de către medicul echipajului, cît și de personalul de la sol,

a evoluției și reacțiilor organismelor la diferite categorii de solicitări aplicate sistemelor sanguin, nervos, parasimpatic, muscular etc. La bordul stației există aparatura necesară pentru efectuarea tuturor controalelor aferente funcționării inimii, aparatului respirator, circulator etc., corelat cu perioadele de efort, alimentația, factorii de mediu etc.

Studierea proceselor de topire, solidificare, formare a cristalelor, a metalelor-gazeificate etc. a intrat în faza de stații-pilot, la fel ca și comportamentul fluidelor în imponderabilitate etc.

\* \* \*

Cercetările întreprinse în cele trei misiuni cu echipaj la bordul fostului laborator spațial *Skylab* au cuprins o arie extinsă de studii și observații, măsurători și înregistrări etc., privind următoarele domenii ale științelor și ale tehnicii : studii de fizică Soarelui și de fizică spațială, astronomie stelară, cercetări de medicină și biologie cosmică, aspecte privind procese termochimice și de fabricație a unor materiale în condiții de vid și imponderabilitate, cercetarea caracteristicilor mediului din jurul laboratorului spațial, comportamentul membrilor echipajului în timpul lucrului în stație și în afara acesteia, în vederea unor experimente sau reparații fortuite, stimularea studenților prin adoptarea în programul laboratorului a unora din propunerile lor de cercetări, studiarea în ansamblu a Terrei, a proceselor din atmosfera și de la suprafața acesteia (inclusiv în mări și chiar în subsol !).

Din multitudinea propunerilor — care s-au și finalizat la timpul respectiv — amintim doar două categorii de activități, care vor fi utile cititorului pentru a pătrunde mai ușor în mirifica lume a laboratoarelor spațiale permanente, a marilor hoteluri și sanatorii cosmice, a coloniilor spațiale chiar...

...Comportându-se ca un imens aparat de fotografiat, laboratorul *Skylab* a prins pe „retină” tot ce i-a căzut în obiectiv,

mai bine spus a fost obligat să „vadă” : de la focurile pădurilor din îndepărtatul Nord-Vest al S.U.A., la inundațiile fluviului Mississippi „tatăl apelor”... Scrutarea pământurilor vestului îndepărtat — celebrul Far-West care a încântat cu poveștile și apoi filmele sale tinerețea fiecăruia — a permis una din primele ridicări de teren direct din Cosmos, cu stabilirea poziției apelor termale, chiar a unora care ar putea fi folosite pentru obținerea de energie... Nici nisipurile fierbinți din Africa nu au scăpat de „cenzura cosmică”, aparate specializate căutând izvoare și ape subterane. Realizarea unor soiuri de muște sterile a permis fermierilor din Texas, California etc. să spere că pericolul prezentat pentru animale de acești dăunători este pe cale de dispariție, dar tot felul de tăuni au venit din... Mexic ! Echipajele navelor *Skylab* au depistat zonele de unde pătrundeau aceste „evazioniste” și au asigurat locurile unde trebuiau să fie presărate insecticide ; ajutoare similare au fost date și zonelor unde apăreau incendii în marile păduri. Studiul Mării Caraibilor a permis detectarea unor imense și bogate bancuri de pești, printre cele mai fertile din lume ; formarea și evoluția uraganelor, schimbul dintre atmosferă și ocean din punct de vedere energetic, evoluția și modificările unora dintre marii curenți oceanici, de exemplu, Gulfstream, au fost cercetate pentru prima dată într-un mod sistematic direct din Cosmos. Dar chiar geologii au primit date de o inestimabilă valoare, privind zăcămintele noi aflate la suprafață sau aproape de aceasta, cum a fost cazul unor resurse mineraliere din Nevada sau din Canada ori Groenlanda... Pentru prima dată, la scară planetară, s-a putut demonstra că astronautica este capabilă să ofere mijloace și posibilități pentru mai buna cunoaștere și folosire a resurselor planetei natale, în beneficiul nemijlocit al umanității, iar omul, stăpânind direct din spațiu mijloacele acestea, este de neînlocuit, fiind selector infailibil al celor mai eficiente mijloace și al celei mai semnificative direcții de cercetare.

Speranțele de a folosi imensul și inepuizabilul rezervor de energie care este Soarele constituie una dintre cele mai minu-



nate dorințe ale energeticienilor de pe Terra. Pentru aceasta însă, astrul zilei trebuie tot mai bine cunoscut, procesele și radiațiile acestuia tot mai bine analizate, mai ales că Soarele este profesorul care ne va învăța cum să îmblânzim plasma fierbinte și s-o obligăm să furnizeze energie în centralele termonucleare cu laser ale viitorului.

Experimentele desfășurate de la bordul *Skylab* au avut — printre altele — și scopul de a aduce noi informații referitoare la dinamica proceselor care au loc în Soare, noi explicații privind apariția și evoluția exploziilor solare, a formării uriașelor globuri de plasmă foarte fierbinte, având dimensiuni superioare planetei noastre și care, expulzate de astrul zilei în timpul exploziilor solare, „străpung” spațiul perisolar cu viteze de peste două milioane de kilometri pe oră ! Cercetările de fizica plasmei și fizică a Soarelui întreprinse de echipajele de pe *Skylab* au oferit specialiștilor posibilitatea „în premieră” a supravegherii îndelungate, direct din cosmos, a fenomenelor solare. Au fost urmărite în mod special erupțiile solare, divizate convențional în cinci clase, în funcție de aria acestora, precum și în trei grupe, din punct de vedere al strălucirii. Deoarece din punct de vedere al complexității aceste fenomene sînt greu de analizat, au fost emise mai multe teorii privind producerea și evoluția lor ; una dintre acestea, așa-numita teorie a similarității cu fulgerele, sau a descărcărilor electrice de suprafață, a fost infirmată de datele obținute de la *Skylab*, înregistrările și alte rezultate conducînd la ipoteza că la originea acestor erupții solare stau fenomene ce se petrec în adîncul astrului central. Tot fotografiile solare transmise de la spectroheliometrul și celelalte aparate de pe stația orbitală *Skylab* au permis înregistrarea a peste 15 000 de așa-numite „boabe de linte”, mici pete strălucitoare, fiecare de mărimea teritoriului Statelor Unite (!), ce par a fi adevărate focare ale activității magnetice solare ! Imaginile colectate de la coronografe etc. au evidențiat și un fel de „crater solar”, în care temperatura atmosferei solare a înregistrat și consemnat

un fantastic salt valoric : de la 20 000 K la peste 2 000 000 K ! Modificările pulsatorii ale petelor solare au putut pentru prima dată să fie corelate, cel puțin teoretic, cu acest fenomen neobișnuit, petele respective funcționînd ca un fel de ciclopică „pomă termică” bazată pe șocuri pulsatorii, în urma faptului că la activitatea alternativă a acestora corespund salturi spectaculoase ale atmosferei solare !

Cercetarea experimentală din afara atmosferei terestre, a coroanei solare, a haloului solar — acea aglomerare gazoasă incandescentă sesizabilă doar în timpul eclipselor —, este apreciată deosebit, mai ales avînd în vedere eclipsele solare obținute cu un coronograf. Au fost admise, la timpul respectiv, următoarele : la baza dilatărilor coroanei par a sta variațiile intensității cîmpului magnetic, în sensul că valorilor reduse ale acestuia le corespund condiții optime de „scurgere” a materiei componente a haloului ! Existența acestor „caverne solare” ar putea sta și la baza zonelor de emisie ale „vîntului solar”, modificările intensității acestuia putînd influența asupra coroanei, ca un fel de impulsuri capabile să altereze forma cîmpului magnetic solar !

În greutate de aproape 80 de tone (pe orbită), marele „laborator ceresc” *Skylab* a reprezentat cel mai mare laborator științific orbital al deceniului ; din anul 1974 de cînd a fost definitiv părăsit de astronauți (din păcate, și de constructorii lui, care nu l-au înzestrat cu nici un fel de instalație de propulsie, ceea ce a împiedicat „salvarea” sa în anul 1979 de la iminenta prăbușire pe Terra), *Skylab* a fost controlat prin radio de-abia în 1978 (bineînțeles automat) și orice încercare de a-l salva a fost în final sortită eșecului. Deși au fost pregătite, cam în pripă, cîteva sub-programe destinate preîntîmpinării intrării sale în atmosfera terestră, existînd pericolul real al unei căderi de rămășițe pe Pămînt, mai ales că cel puțin 20% din banda

survolată de *Skylab* era formată din regiuni cu densitate ridicată de populație.

Dacă în 1978 comenzile transmise prin radio la bordul stației au permis stabilizarea mișcării continuu coboritoare datorită unei neașteptate creșteri a densității mediului parcurs de *Skylab* (ca urmare a creșterii neobișnuite a intensității radiațiilor solare !), specialiștii au pregătit un „sistem retractabil de teleacționare“, constând, de fapt, dintr-un sistem reactiv propulsor și de orientare pe care specialiștii de la Centrul de cercetări spațiale „Marshall“ împreună cu cei de la firma Martin-Marietta (Denver) l-au pregătit spre a fi montat în toamna anului 1979 la *Skylab*. Aceasta ar fi putut fi una din primele misiuni ale uneia din navele spațiale și iată care a fost în acest sens declarația astronautului american Fred Haise, făcută la cel de-al 15-lea Simpozion spațial care s-a desfășurat în 1977 la Cocoa Beach, în apropiere de Cape Canaveral : „...Împreună cu Jack Lousma aveam a transporta și verifica dispozitivul cu ajutorul aparatului *Orbiter* ; ajunși lângă *Skylab*, Lousma trebuia să fixeze dispozitivul la *Skylab* (deoarece brațul mecanic operator la distanță construit în Canada nu ar fi fost gata în 1979, n.a.), apoi decizia care trebuia luată ar fi pentru ridicarea cu aproape 100 km a *Skylab*-ului sau pentru coborîrea lui spre a se distruge în straturile dense !“. Deși, echipajul menționat, împreună cu cel de rezervă, format din Vance Brand și Ch. Fullerton, s-au antrenat în acest scop, în martie 1979 NASA a anunțat oficial că, neavînd gata la timp naveta spațială, a renunțat la recuperarea *Skylab*, care a fost orientat să cadă în Ocean, după intrarea în atmosferă...

\*  
\*   \*  
\*

Tot cu naveta spațială urmează să fie lansat laboratorul spațial vest-european *Spacelab*, eveniment care alături de racheta *Ariane* constituie programele majore ale Agenției Spațiale Europene, chiar dacă *Spacelab* nu este o stație independentă.

Cu toate dimensiunile sale apreciabile (peste 4 metri în diametru și aproape 15 metri lungime), spațiul în *Spacelab* este foarte drămuț fiind ocupat de numeroase dispozitive și aparate, destinate îndeplinirii celor 61 de experimente europene, 15 americane și una japoneză !

Acest prim zbor cu destinație pur științifică și, bineînțeles, de verificare a aptitudinilor navetei pentru asemenea categorii de misiuni, — urmează să permită aprecierea mai corectă a impactului ce-l va aduce misiunilor spațiale ale viitorului, noul mijloc de transport reprezentat pentru astronautică de navele spațiale... Ansamblul format din *Orbiter* și *Spacelab* a fost de la început astfel conceput pentru a contribui eficient la reducerea apreciabilă a costului misiunilor spațiale, înlocuind definitiv și irevocabil lansatoarele reactive clasice, care ofereau luxul inutil de a le folosi doar o singură dată !

Condițiile lansării, zborului și aterizării navetei spațiale au fost prezentate la cap. 1, iar *Spacelab*, la fel ca și *Orbiter*-ul, a fost conceput pentru un număr de circa 50 de zboruri extra-atmosferice succesive, pe orbite relativ joase (260—500 km), asigurînd echipajului de la bord îndeplinirea unor misiuni științifice orbitale pe durate de la o săptămînă pînă la o lună. Personalul de bord, care va lucra în costume ușoare de interior, nu va fi obligat să iasă în afara pereților protectori ai laboratorului, deși o parte din aparate se află într-un fel de cheson nepresurizat, plasat în porțiunea laboratorului dinspre partea finală a *Orbiter*-ului ; la această condiție favorabilă concurează sistemul de telecomandă aplicat tuturor aparatelor din *Spacelab*. Personalul care va dota laboratorul *Spacelab* va fi format din specialiști de mare valoare, cu o sănătate bună, responsabili pentru categoriile de experimente ambarcate, și care au efectuat un antrenament relativ redus, în special pentru a suporta accelerațiile (3g) de la reintrare în atmosferă.

La organizarea structurală a spațiului interior al acestui laborator spațial s-a folosit experiența căpătată deja cu stațiile

orbitale locuite, cu rol de laborator cosmic, *Saliut* și *Skylab*; *Spacelab* este o stație recuperabilă și acest lucru și-a pus amprenta pe organizarea sa: un modul presurizat lung (LM), sub forma unui cilindru lung de 7 m și cu diametrul de 4,1 m și una sau mai multe anexe semi-cilindrice nepresurizate, combinațiile fiind funcție de misiunea respectivă. Astfel, pentru cazul *Spacelab-1* se va folosi combinația LM + A, respectiv modul presurizat lung plus o anexă.

În interiorul modului presurizat, spațiul se prezintă sub o formă paralelipipedică, aparatura fiind plasată între pereții abitaclului și învelișul cilindric; tot în acest fel sînt plasate: marele rezervor de freon, blocul sistemelor electrice, dispozitivele de climatizare, aparatura de dirijare-navigație, fiecare vopsite în culoarea fixată de codul internațional de culori în cercetarea spațială (de exemplu, climatizările sînt vopsite în violet).

*Spacelab*, vehicul spațial din cea de a 3-a generație de construcții cosmice locuite, posedă primele structuri destinate mai multor zboruri în Cosmos, ceea ce reprezintă, în fond, un salt calitativ similar celui realizat de naveta spațială față de lansatoarele clasice.

Condițiile de spațiu disponibil din *Orbiter* sînt capabile să asigure mai multe variante de organizare a acestui laborator sofisticat și modulat: am amintit că *Spacelab-1* va fi de forma LM + A, dar vor zbura și variante de forma LM + 2A, SM + 3A, unde SM reprezintă un modul presurizat lung de numai 4 m.

Partea cea mai importantă o reprezintă materialul științific, respectiv aparatura destinată cercetărilor, asupra căroră au convenit cele două foruri competente: Oficiul NASA pentru științe spațiale din Huntsville și organismul european SPICE (*Spacelab Payload Integration and Coordination in Europe*) cu sediul la Porz-Wahn (R. F. Germania).

De asemenea, aceste foruri au convenit și asupra numărului de misiuni destinate stației *Spacelab*: un total de 226 zboruri, din care două în 1980, șase în 1981, 12 în 1982, 17 în 1983 etc., astfel încît în deceniul final al mileniului media anuală să fie de aproape 30!

Specialiștii de la NASA și ESA nu au căzut în totalitate de acord privind conținutul și etapizarea sarcinilor științifice ale acestor zboruri; primii doresc demonstrarea posibilității producerii de noi materiale și substanțe direct în Cosmos, prelininînd sarcinile viitoarelor fabrici orbitale, în timp ce ultimii consideră că principalul scop îl va constitui amplificarea cercetărilor fundamentale pe orbită...

Din cele 77 experimente care au fost rezervate primei misiuni *Spacelab-1*, 61 de experimente au fost reținute din peste 130 de propuneri ale specialiștilor vest-europeni<sup>1</sup>, în timp ce din propunerile celor 86 de cercetători americani au fost luate în considerare numai 16 experimente. În continuare, cîteva date privind scopurile și mijloacele incluse în propunerile de experimente vest-europene:

— *Cercetări asupra atmosferei* vor fi efectuate cu ajutorul a trei ansambluri de aparate, denumite „standard” — 1, 2 și 3; în primul ansamblu („package”) au fost dozate cinci instrumente destinate măsurării parametrilor atmosferici cuprinși între 70 și 140 km, regiune a mezosferei de sub plafonul minim al sateliților artificiali. Cel de-al doilea ansamblu a fost destinat studierii stratosferei (15—70 km) și în special a anomaliilor termice provocate de așa-numitele unde planetare, avînd originea încă neelucidată. Deplasările atmosferei înalte urmează a fi cercetate, între 48 și 140 km, cu ajutorul celor trei aparate din ansamblul nr. 3. Printre aparatele luate la bord în acest scop se prevăd: spectrometre, interferometre în IR, termometre, de-

<sup>1</sup> Din M. Britanie, Austria, Belgia, Danemarca, Elveția, Franța, R.F. Germania, Italia, Olanda, Spania, Suedia.



tectori de radiație Lyman Alpha a hidrogenului și de emisii ale Soarelui.

— Fizica plasmei, în special studiul electronilor cu energii joase, observarea fenomenelor induse ca urmare a ciocnirilor cauzate de particulele încărcate cu sarcini electrice ;

— Astronomia ultravioletă și de radiații X, destinată în special studierii cataclismelor cosmice din profunzimile Universului și a izotopilor grei din radiația cosmică.

— Măsurarea cu mare precizie a constantei solare, respectiv a cantității de căldură primită de la Soare dincolo de limitele atmosferei terestre ; se pare că valoarea de  $1,93 \text{ cal/cm}^2$  stabilită de astronauții de pe *Skylab* ar reprezenta o valoare medie, care variază în raport de anumite epoci și activități solare.

— Cercetări de biomedicină cosmică, efectuate în ansamblul a nouă experimente : redistribuirea maselor în organismele aflate în condiții de imponderabilitate, măsurarea presiunii sîngelui, proliferarea limfocitelor, efectele radiațiilor, balistocardiografia tridimensională, înregistrări electrofiziologice, evoluții hormonale în mediu spațial, aparatul vestibular etc.

— Cercetarea mediului din imediata apropiere a navei și a laboratorului *Spacelab* ;

— Observarea Terrei, în domeniul vizibil, IR și de frecvențe foarte înalte, în scopuri legate de teledetecția resurselor naturale și evoluția culturilor pe suprafața globului ;

— Cercetări asupra naturii și evoluției unor clase de materiale, un număr de 39 de experimente propuse de specialiști din 12 țări (R.F.G., Austria, Belgia, Danemarca, Italia, Norvegia, M. Britanie, Franța, Țările-de-Jos și Suedia) ; se pare că aceste experimente, privind în primul rînd elaborarea de noi materiale în condiții de imponderabilitate, inclusiv cristalele unor sfere metalice topite fără creuzet, elaborarea de metale pure, emulsii

metalice, materiale compuse metalo-ceramice, metalurgia pulberilor, degazarea oțelului topit, compuși neconvenționali etc.

La aceste operațiuni de micrometalurgie și chimie-fizică în Cosmos, se adaugă, firește, studii și cercetări fundamentale privind acțiuni ale coroziunii în condițiile Cosmosului, fabricarea bilelor și a fibrelor metalice, măsurarea tensiunilor superficiale ale metalelor lichide, cercetarea sedimentărilor în cadrul aliajelor și experimentarea procedeelor de sudură la temperaturi înalte.

Cercetătorii germani au inclus nu mai puțin de 12 experimente vizînd fabricarea sticlei și a ceramicelor, respectiv obținerea de monocristale ceramice și materiale ceramice cu rigiditate ridicată sau ranforsate cu fibre scurte, sau obținerea purificării sticlei prin fuziune zonală. Cercetătorii francezi au inclus patru experiențe privind micrometalurgia în Cosmos (termomigrarea fluidelor generatoare de forțe electromotoare ; simularea unor aliaje eutectice mai deosebite, amestecul zinc-aluminiu), o experiență comună cu savanții englezi, referitoare la creșterea rapidă a cristalelor în faze normale sau în fază de vapori, studiul aliajului plumb-telur.

În ce privește pe cercetătorii americani, ei au prevăzut, ca și colegii europeni, experimente atmosferice, fizica plasmei și cercetarea particulelor cu energii ridicate, astronomia în UV, cercetări de biomedicină spațială, studii asupra materialelor, în special privind lubrificarea în Cosmos și studiul frecării. Totuși aceste experimente par a fi mult mai puțin importante decît cele ale europenilor ; se poate aprecia că ei își rezervă dreptul de a aborda experimente mai ample în cazul unor zboruri ulterioare, unele chiar complet reținute de NASA. În orice caz, rezultatele lor vor constitui un bun comun, mai ales că raportul preliminar al fiecărei misiuni trebuie remis părților la 90 de zile după încheierea respectivului zbor. Publicul larg va fi informat încă din timpul desfășurării experimentelor de principalele rezultate, acestea prefigurînd viitoarele uzine orbitale.

## PE ORBITĂ — OBSERVATOARE, LABORATOARE, HOTELURI COSMICE...

Curînd după efectuarea primului zbor al omului în spațiu, la congresele anuale de astronautică au fost prezentate lucrări care au putut fi grupate în primul Simpozion destinat analizării viitorului laborator orbital !

Cuprinzînd o serie de specialiști care au dezvoltat ideile generoase ale lui Konstantin E. Tîolkovski sau Eugen Sănger și erau continuu stimulați de propunerile și sprijinul tehnic al specialiștilor dr. Krafft Ehrlicke și Frank Malina, aceste simpozioane au ajuns ca în ajunul împlinirii a două decenii de „Eră spațială” să devină simpozion permanent, sub denumirea generică și sugestivă de „Construcții industriale în spațiu”; ele aveau să grupeze regulat zeci de referate și comunicări, elaborate acum chiar de personalități din domeniile conexe astronauticii, cum ar fi biologie, bionică, metalurgie spațială, astrofizică, structuri, ergonomie etc.

Astfel, la cel de-al 28-lea congres de astronautică (Praga, 1977), prof. dr. James Gray din S.U.A. aprecia rolul și locul acestor preocupări în ansamblul cercetărilor de astronautică aplicată, astfel : „...simpozionul *Construcții industriale în spațiu* a plasat pentru prima oară pe agenda științifică internațională subiectul unei viitoare utilizări masive a Cosmosului. Această nouă industrie, bazată pe particularitățile spațiului, implică o colaborare internațională la o scară cum nu s-a mai văzut încă !”

Din conținutul referatelor prezentate la aceste simpozioane rezultă și modalitățile cum își imaginează astăzi specialiștii că vor arăta într-un viitor previzibil marile laboratoare, observatoare și chiar... hoteluri cosmice, capabile să fructifice la scară economică condițiile unice proprii plasării lor în Cosmos, condiții imposibil de reprodus pe Terra.

Proiectul laboratorului orbital cu caracter permanent și rol de cosmostație industrială de tip „pilot” a fost inițiat în pe-

rioada anilor 1974—1978, aproape concomitent cu pregătirile pentru omologarea primului sistem de transport spațial reutilizabil, folosind navele spațiale.

Acest program, promovat de specialiști din cadrul NASA <sup>1</sup>, a avut în vedere faptul că trebuia mai întîi pregătit un etaj reactiv destinat modificării orbitei navei spațiale, în sensul ridicării și atingerii orbitelor geostaționare <sup>2</sup>. Acest etaj reactiv suplimentar (despre care s-a amintit în primul capitol) a fost destinat de proiectanții săi spre a permite ca navele spațiale să poată ajunge pe asemenea orbite și apoi să revină de pe acestea pe orbite relativ joase, de unde sistemul reactiv propriu primelor variante să asigure readucerea navei la aterizare.

Folosind etaje reactive cu motoare-rachetă cu propergoli lichizi criogenici, precum și unele componente studiate anterior, cînd mai existau speranțe că *remorcherul spațial* va mai fi construit în vederea zborurilor periculare ale omului, viitor constructor pe Lună, — eventual al cosmoporturilor orbitale, — supernaveta a fost propusă pentru ridicarea de greutate pînă la 70 tone, apreciate ca valoare minim-economică de adus pe orbită ca acest sistem să se preteze la integrarea în programul de construire a laboratoarelor orbitale permanente. S-a propus ca aceste laboratoare să aibă utilizări multiple și polivalente, respectiv să adăpostească și depozitele de propergoli și alte materiale stocabile pe orbită, pentru viitoarele trasee interplanetare ale omului sau, eventual, pentru lucrul pe orbită al unei grupe de viitori montori cosmici !

În conformitate cu detaliile aferente acestor proiecte, odată finalizată etapa de pionierat, în jurul anilor 1983—1985, se presupunea că ar fi devenit operaționale pe orbite geostaționare construcții spațiale capabile să fie adaptate ca stații-pilot destinate testării și omologării procedurilor și dispozitivelor destinate construirii în spațiu a structurilor pentru realizarea laboratorului spațial permanent.

<sup>1</sup> Depas A., Retour aux stations orbitales. În : „La Recherche”, 1978.

<sup>2</sup> Pentru menținerea „fixă” deasupra unui anumit punct terestru.

Specialiștii au elaborat și proiecte pentru organizarea tehnologică a acestor laboratoare cosmice permanente ; se menționează propunerea de includere a unor compartimente specifice, cum ar fi : multiadaptorul destinat docării la corpul stației a mai multor nave spațiale alocate cercetării profunzimilor Galaxiei și a radiațiilor cosmice ; modulul destinat locuințelor și sălilor pentru vizitatori ; modulele intermediare pentru trecerea și comunicațiile echipajului ; compartimentele de serviciu cu instalațiile de propulsie principale și cele destinate schimbării orbitei și a atitudinii ansamblului, compartimentele cu rezerve, sisteme de protecție, aparatură de rezervă, sisteme de telecomunicații etc.

Conform primelor proiecte elaborate în perioada 1975—79, chiar și primelor echipaje ale laboratorului permanent le-au fost fixate numărul și conținutul testelor și a programelor de experimentări, cercetări, observații, studii și încercări tehnologice, pentru care proiectele prevăd o anumită durată de ședere în spațiu. În vederea realizării obiectivelor preliminate, s-a prevăzut luarea la bord a aparaturii specializate pentru condițiile cosmosului.

Cercetările de fizica Soarelui urmează a fi asigurate cu mijloace de fotografiere în ultraviolet și a radiației roentgen a astrului zilei, folosindu-se în acest scop două coronografe în lumină albă, două telescoape spectrografice folosind razele X, un spectroheliograf înregistrator al radiației UV extreme și un spectroheliometru policromatic capabil să exploreze în ultraviolet ; cu aceste aparate se vor efectua cercetări privind : supergranulația și rețeaua cromosferei solare ; structura și evoluția regiunilor active, filamentele, vântul solar etc. studii privind fluctuațiile acestuia etc.

Cercetările de astronomie în UV, cu telescoape selective, vor asigura hărți galactice, inclusiv a zonelor de unde vin semnale apreciate că ar putea proveni de la alte lumi locuite !

Un număr de experimente vor avea ca scop studierea dispersiei ultraviolete slabe a spectrului unor stele, nebuloase, galaxii,

praf galactic și chiar quasari ; fiecare imagine fotografică va trebui să conțină imaginile spectrale a numeroase obiecte astronomice, permițând evaluări statistice a populației stelare. Alte experimente au fost destinate recepționării de date privind sursele radio-stelare, de radiații X și chiar pentru detectarea așa-numitelor „black holes“ (găuri negre), obiecte astronomice stelare ajunse într-o fază a evoluției în care materia devine atât de superdensă încât nu mai permite nici chiar radiațiilor proprii să părăsească steaua intrată într-un stadiu de superconcentrare... Telescoape cu laser vor asigura măsurarea cu precizia cerută de asemenea experimente, a distanțelor la diferite ținte astronomice precum și precizarea elementelor necesare pentru orientarea și precizarea coordonatelor stației-laborator, în vederea evitării abaterilor de măsurători pentru alte experimente.

Cercetările de fizica spațiului vor avea în primul rând în vedere asigurarea vieții astronauților în orice condiții ale câmpului de radiații exterioare ; în permanență, aparate automate vor explora influențele asupra emulsiilor sensibile de pe plăci special preparate, provocate de diferite categorii de radiații din spațiu, vor înregistra radiațiile ionizante primare și secundare și efectele acestora asupra martorilor de laborator, vor asigura urmărirea evoluției fenomenelor de luminozitate crepusculară, de dispersie a radiațiilor solare datorită prafului interplanetar sau a poluanților atmosferici, impactul cu micrometeorii, efectele acestora asupra diferitelor componente constitutive ale vehiculelor spațiale, comportamentul unor micrometeorii artificiali, lansați dintr-un „tun spațial“ ce va trebui montat pe stație și urmăriți prin telescop cu laser...

Cercetările de tehnologie spațială aplicată urmează a fi destinate atât unei mai bune cunoașteri și înțelegeri a modalităților prin care condițiile proprii spațiului influențează asupra desfășurării unor procese de fabricație, dar mai ales asupra felului cum omul va putea să treacă la efectuarea de construcții tot mai ample în spațiul periterestru. S-au desfășurat cercetări pri-



vind propagarea flăcării și a inflamabilității în condițiile gravitației nule ; fabricarea de materiale prin turnare în spațiu ; fabricarea bilelor de rulmenți, topire și brazare exotermică ; creșterea cristalelor de arseniură de galiu ; funcționarea cuptoarelor electrice multifuncționale polivalente ; formarea de aliaje nemiscibile ; creșterea de cristale sferice ; comportarea materialelor metalo-ceramice ranforsate ; topirea metalelor ușoare, comportamentul eutecticelor etc.

Un mare număr de experimente s-au referit la poluarea și preîntâmpinarea acestui proces în compartimentele laboratorului, urmărirea curenților convectivi termici în condițiile imponderabilității, acomodarea echipajelor cu activitățile din vehiculul spațial și cele extravehiculare cerute de inspecțiile periodice ale exteriorului laboratorului, urmărirea proceselor de contaminare a echipamentelor speciale ale laboratorului ca urmare a proceselor vitale ale astronautilor etc.

În tot timpul parcurgerii programelor de cercetări și de efectuare a experimentelor și a microproceselor tehnologice pe orbită, organismele astronautilor constituie obiecte de studiu pentru complexul aparaturii de cercetări biomedicale care furnizează informații asupra stării sănătății astronautilor, a capacității acestora de efort fizic și științific, atât în cabine cât și la stațiile de pe sol. În ansamblu, cercetările efectuate cu acest cosmolaborator complex permanent va asigura condițiile pentru pregătirea viitoarelor colonii cosmice, despre care vom da detalii într-un capitol următor.

Până atunci însă nu putem evita prezentarea interesantului proiect de hotel spațial, descris de prof. dr. Krafft Ehrlicke, partizan hotărât al folosirii Cosmosului pentru alcătuirea unor activități și procese tehnologice care să beneficieze eficient de condițiile proprii spațiului.

...O construcție inelară, similară unei roți de dimensiuni mari (câteva sute de metri în diametru), adăpostește peste o mie de încăperi presurizate, cu comunicări având închidere automată, dotate cu tot confortul necesar pentru personalul de serviciu, dar

mai ales pentru pensionarii instituției, care mai repede s-ar putea numi sanatoriu : bolnavi de inimă, pacienți cu insuficiențe funcționale ale diferitelor sisteme, chiar și suferinzi temporari, prin pierderea capacității de efort continuu...

Într-un viitor nu prea îndepărtat, un asemenea hotel-sanatoriu va trebui să dispună de laboratoare de medicină operativă și chirurgie avansată, la cord și creier, folosind tehnici perfecționate cu laser, întrucât imponderabilitatea poate ajuta foarte mult la efectuarea intervențiilor pe componentele amintite ale organismului uman. În anumite condiții, un tratament de întreținere practicat în condițiile subgravitației și al unei presiuni atmosferice controlate, fără a mai vorbi de posibilitatea de a se dispune de sterilizări absolute, poate asigura refacerea rapidă a organelor umane afectate de diferite traume. În afara acestor activități de medicină curativă efectivă, nu este de uitat un aspect demn de o analiză foarte atentă : o relativ îndelungată ședere într-un asemenea hotel-sanatoriu ar putea da informații utile, la o analiză statistică urmărită comportamental, asupra adaptabilității omului pus să petreacă mult timp în Cosmos, asupra compatibilității acestuia cu viața în viitoarele colonii cosmice, pe care le intuiesc savanții acum.

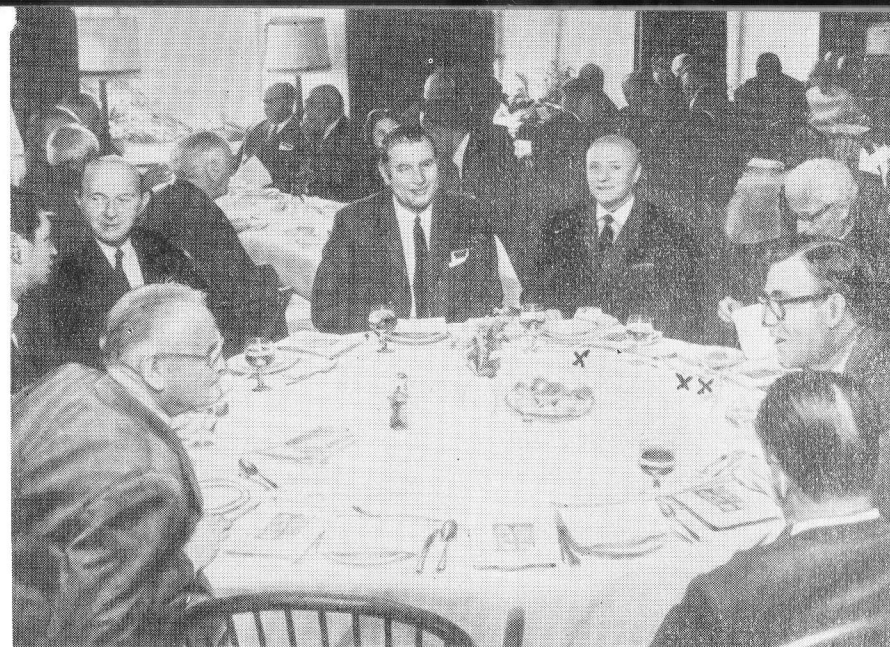
#### MONDOVIZIUNEA — ÎNTRE DEZIDERAT ȘI REALITATE

Ceea ce acum un deceniu și jumătate părea de domeniul fan-teziei — transmiterea programelor de televiziune prin intermediul sateliților artificiali — a devenit o realitate a zilelor noastre... Și totuși, dacă astăzi deasupra Atlanticului sînt asigurate prin telesatelit doar 28 000 de circuite, acest număr, total insuficient, va fi dublat abia în anul 1985, prin intrarea în funcțiune

operațională a sateliților de tipul *Intelsat-5*, care au început să fie plasați pe orbită din 1979...

La introducerea și generalizarea folosirii telesateliților au contribuit determinant explozia informațională de la sfârșitul acestui mileniu, precum și cerințele tot mai mari ale comunicațiilor intercontinentale solicitate de omul modern în continuă și evoluată legătură cu semenii săi, situați la depărtări de mii și mii de kilometri.

Telecomunicațiile în era spațială au deja un istoric : în noaptea de 10 spre 11 iulie 1962, satelitul american *Telstar*, lansat cu câteva ore mai înainte, permitea recepționarea în direct de către stația franceză Pleumeur-Bodou a unor imagini experimentale de televiziune emise prin intermediul antenei de la stația americană Andover ; programul a demarat apoi alert : în decursul a doi ani au fost lansați șapte telesateliți, iar în anul 1964 a fost creată organizația internațională de telecomunicații prin satelit (*Intelsat*), care include aproape 100 de țări... În continuare, realizările au fost spectaculoase : primul satelit geostaționar de telecomunicații, apoi satelitul *Intelsat-1* (sau *Early Bird* — Pasărea dimineții), destinat utilizărilor comerciale. Din 1969, rețeaua de telesateliți a devenit mondială, iar din 1974 sînt plasați pe orbită sateliți din „generația a 4-a,” cum a fost *Intelsat-4* ; a urmat seria *Intelsat-4A*, cu o capacitate dublă față de seria „4” și care gravitează deasupra tuturor oceanelor lumii ! Astfel, de la timidul *ECHO-1* lansat la începutul lunii august a anului 1960 și pînă la rețeaua mondială transcontinentală a sfârșitului deceniului '70—'80, telecomunicațiile spațiale au evoluat, am putea spune, exploziv : aproape 150 de telesateliți din care peste 100 operaționali ; trei rețele operaționale *Intelsat*, *Orbita*, *Telesat* ; peste 200 de stații terestre de emisie-recepție a semnalelor de la sateliți deservind peste 100 de țări membre ale organismelor rețelelor menționate anterior sau care își au propriii lor sateliți. Astfel, în afară de S.U.A. și U.R.S.S., au devenit membre ale „clubului telecomunicațiilor spațiale” M. Britanie, Franța, R.F. Germania, Ca-

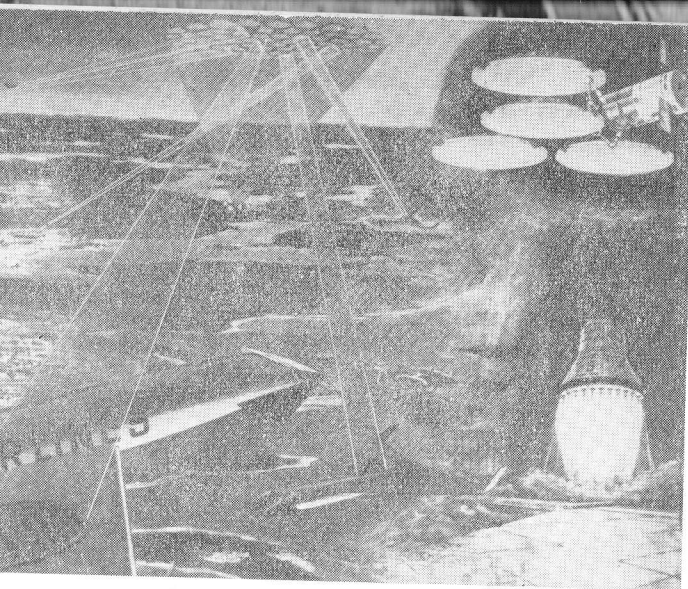


E. Carafoli (x) și Hermann Oberth (xx), pionieri români ai tehnicii spațiale, în mijlocul participanților la un congres internațional de astronautică.

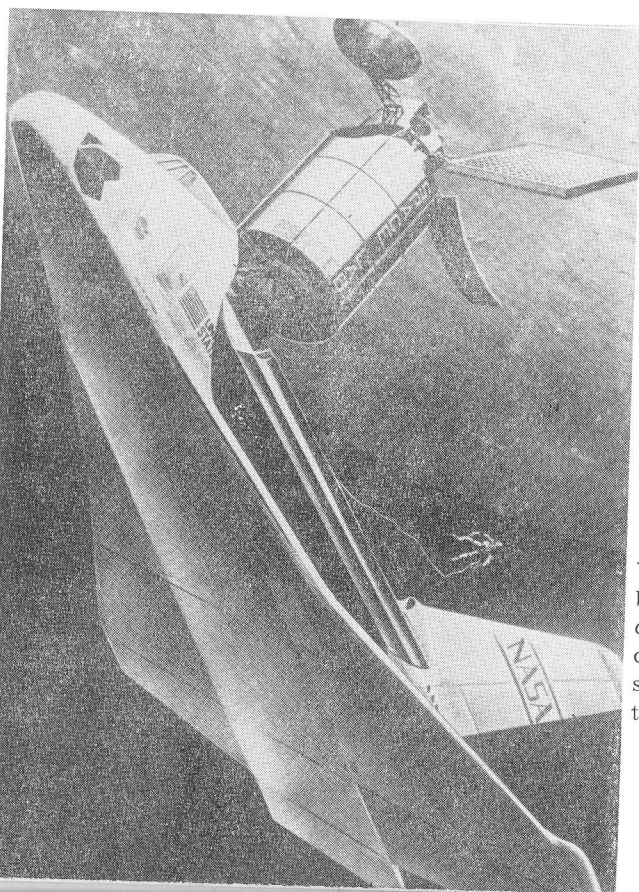
Henri Coandă — părintele aeronauticii reactive, în laboratorul autorului (1972).



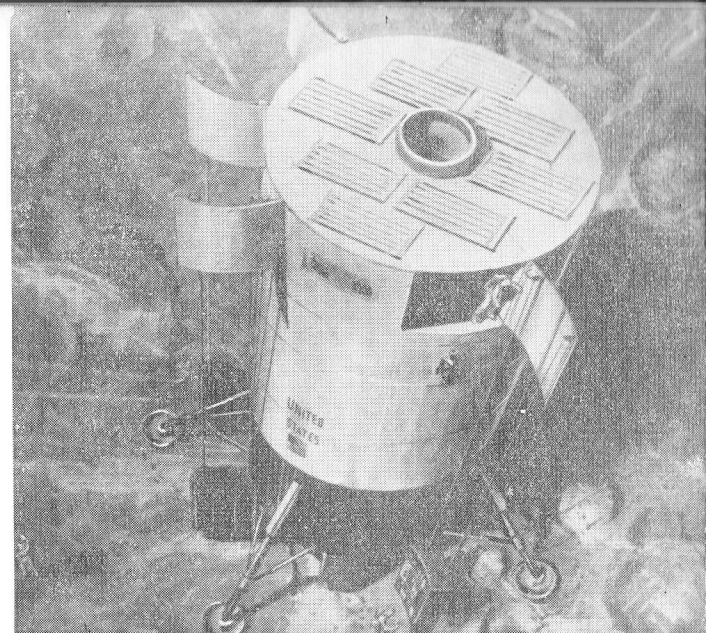




Sisteme de sateliți pe orbite geostaționare, care alimentează în primul deceniu al mileniului următor, cu radiații laser, aeronavele viitorului.

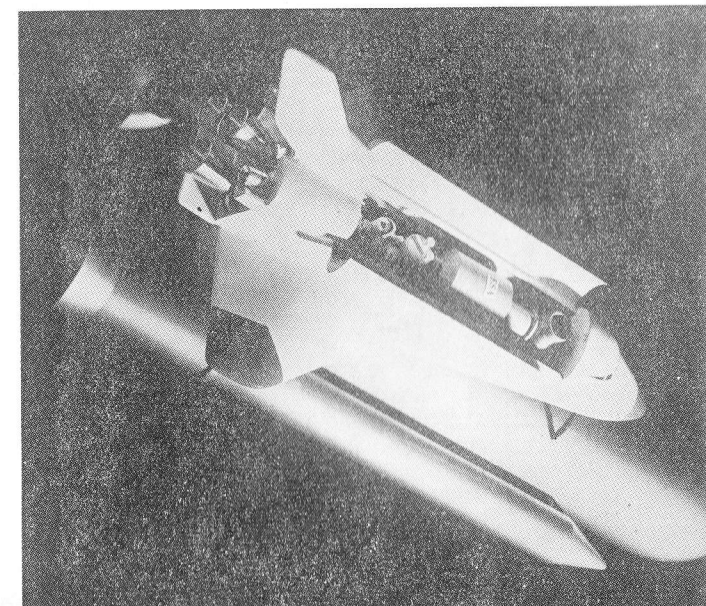


Variantă dezvoltată a laboratorului cosmic *Spacelab*, instalat pe o orbită circumterestră de naveta spațială cu etaj suplimentar.

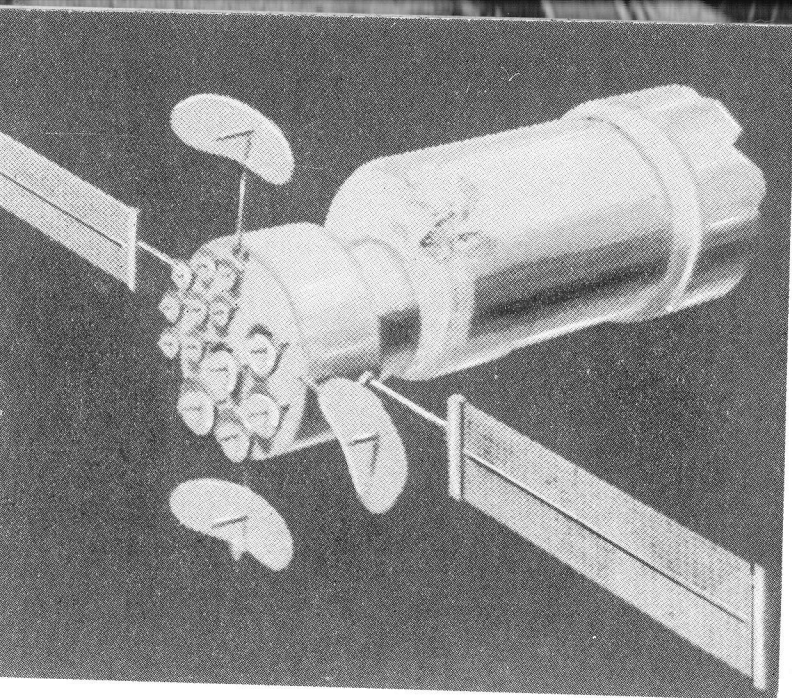


O variantă perfecționată de remorcher spațial de tip TUG, care ar avea capacitatea de a aseleniza lin în vederea asigurării condițiilor de construire a laboratorului internațional lunar.

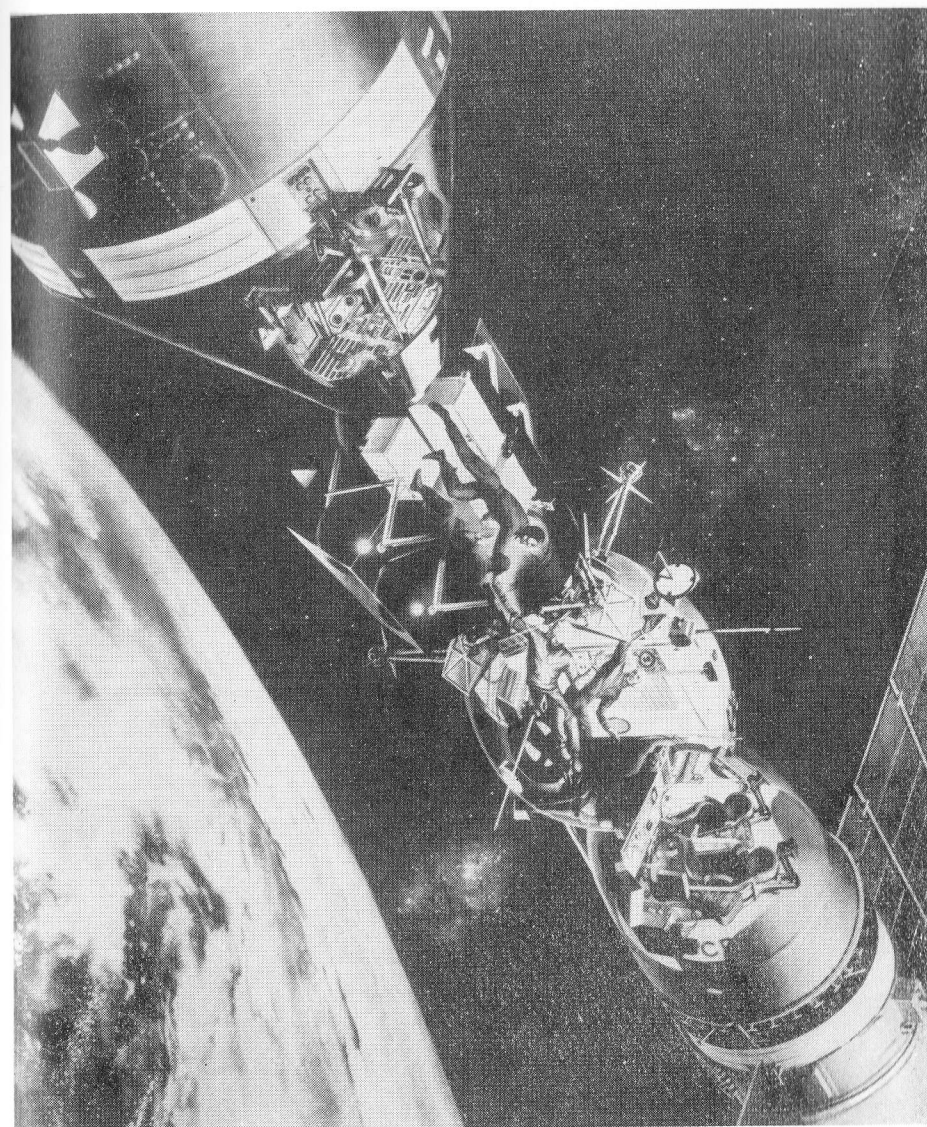
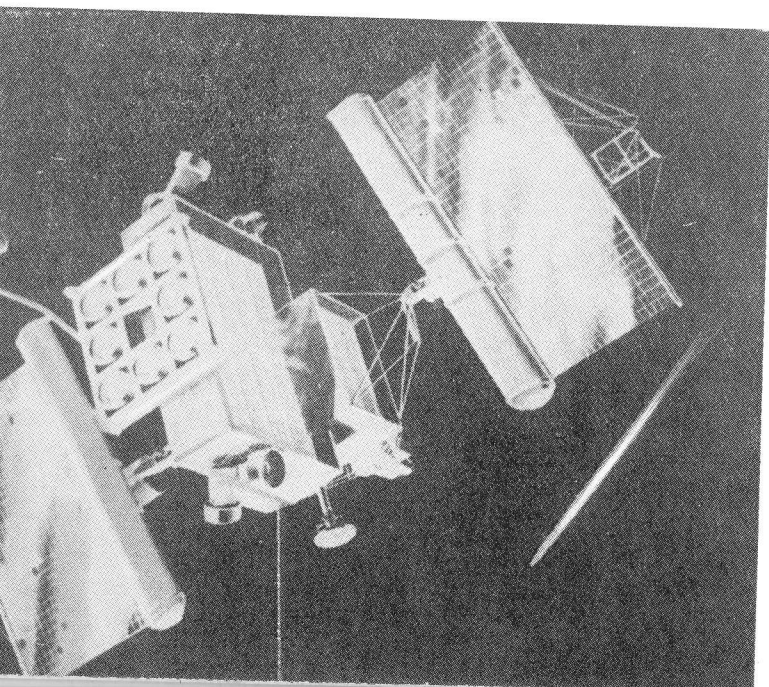
Naveta spațială conținând modelul laboratorului cosmic *Spacelab*.



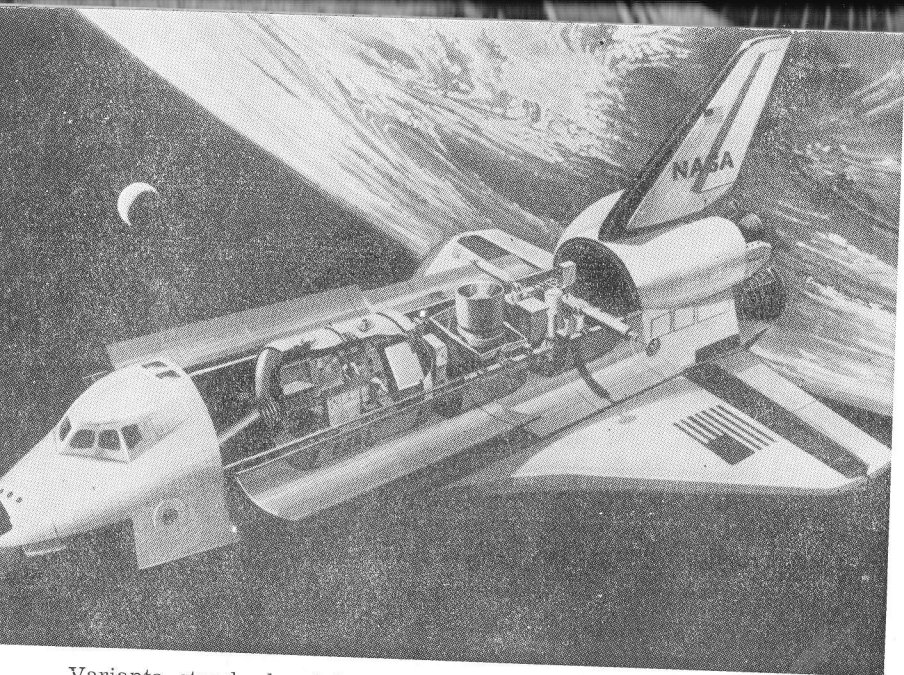




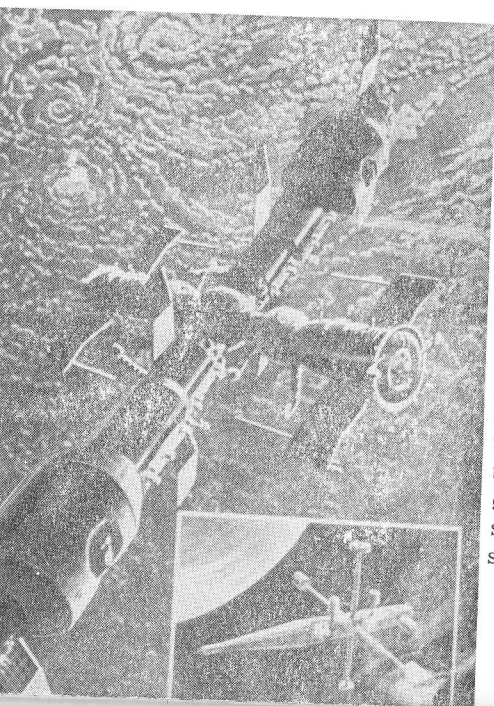
Două variante de vehicule spațiale destinate transferului pe orbite geostaționare a echipajelor stațiilor spațiale.



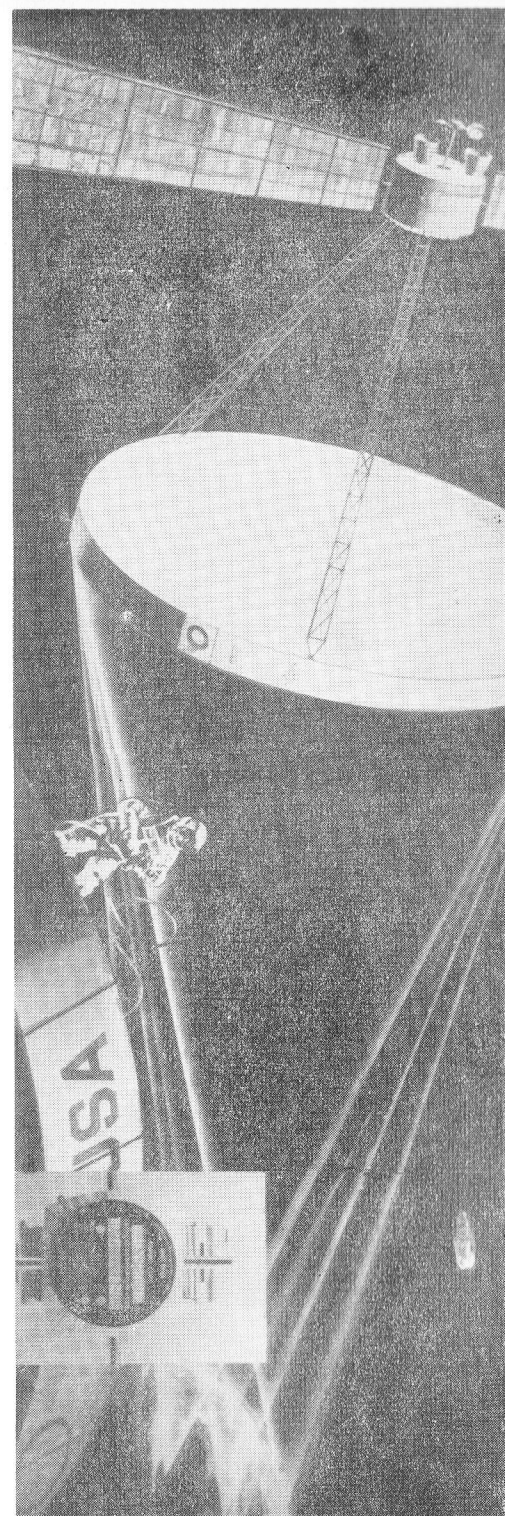
Colaborare în Cosmos : astronauți americani și cosmonauți sovietici verifică sisteme moderne de salvare în spațiu din nave avariate.



Varianta standard a laboratorului *Spacelab* cu un modul presurizat și două palete nepresurizate, ce va fi lansat în anul 1980 cu o navetă spațială.

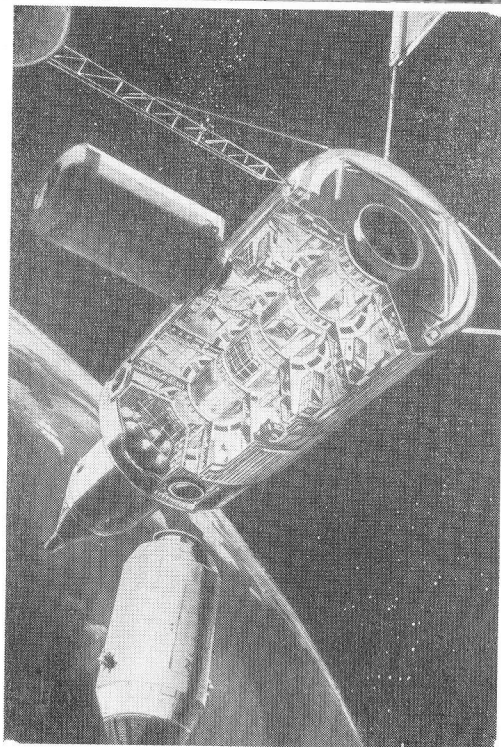


Proiectul unei stații orbitale științifice formată din două stații de tip *Saliut* și debarcaderul destinat cuplării a două nave cosmice de tip *Soiuz*, respectiv *Progress*. În chenar, proiectul unei stații modulare destinată amplasării pe orbite geostaționare.

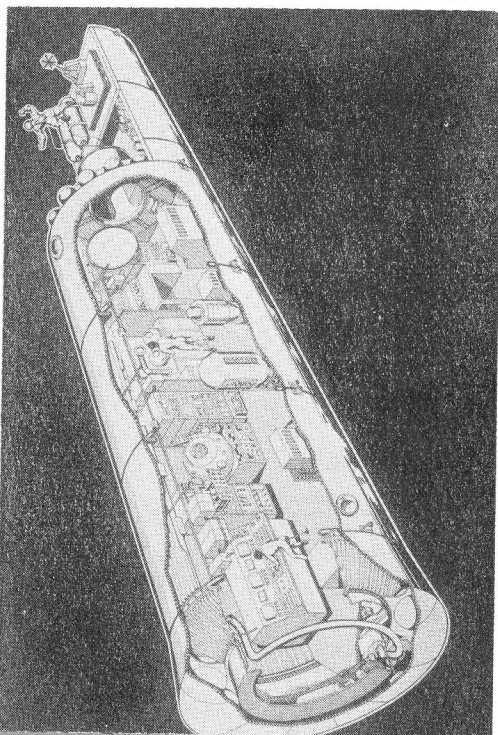


Utilizări multiple pentru marii telesateliți cu antene directive destinați mondoviziunii.





Proiect de laborator internațional orbital cu funcționare îndelungată pe orbite relativ joase ; realimentarea și schimbarea echipajelor se va face cu ajutorul remorcherelor spațiale.



Schema interiorului structural al laboratorului spațial Spacelab.

nada, Japonia, Indonezia și se pregătesc India, Olanda, R.P. Chineză...

Actualii telesateliți operaționali au o foarte bună fiabilitate (peste 99,8%), servind și ca variantă de rezervă în cazul defecării unor cabluri transoceanice, mai ales că sînt — am putea afirma — mai bine adaptați telecomunicațiilor intercontinentale decît mijloacele clasice, căci cablurile sînt limitate la maximum 4 000 de circuite telefonice pentru o unitate, iar un canal TV echivalează cu 500—1 000 de căi telefonice ; în ce privește transmisia prin unde electromagnetice, în cazul unui volum mare de informații se impune utilizarea frecvențelor ridicate a căror propagare se face în linie dreaptă, deci raza de acțiune va fi limitată de curbura Pămîntului. În schimb, folosirea sateliților ca relee cosmice exclude toate aceste inconveniente. Creșterea numărului de telesateliți operaționali este determinată de numărul tot mai mare al cerințelor de convorbiri telefonice între continente ; de exemplu, dacă în anul 1974 compania de telecomunicații americană ATT (American Telegraph and Telephone) a înregistrat 50 de milioane convorbiri intercontinentale telefonice, în anul 1980 firma estimează că numărul convorbirilor va atinge impresionanta cifră de 200 de milioane și acestea numai între Europa, America și Africa ! ! Traficul telefonic care a înregistrat începînd din 1962 o creștere anuală medie de 32%, se pare că se va stabili la un ritm de 20—22%, ceea ce este foarte mult...

Importanța dată dezvoltării rețelelor de sateliți de comunicații a rezultat și din atenția acordată cu ocazia manifestărilor științifice internaționale ; spre exemplu, la Congresul al 28-lea de astronautică (Praga, septembrie — octombrie 1977), manifestare jubiliară cu ocazia împlinirii a două decenii de la lansarea primului satelit artificial, un simpozion intitulat „Comunicații spațiale” a polarizat efectiv atenția participanților, mai ales avînd în vedere numărul impresionant al ședințelor de lucru (șase) și al referatelor prezentate (54 de comunicări științifice !).

În afară de rețeaua internațională *Intelsat* la care ne-am mai referit, mai funcționează rețeaua sovietică *Orbita* și rețeaua



*Intersputnik* în colaborare cu diferite țări socialiste (dotare : sateliți *Molnia*), apoi rețeaua națională canadiană *Telesat* dotată cu sateliți de tip *Anik*, rețeaua particulară americană folosind telesateliți *Westar*, iar în curs de definitivare sînt rețelele americane *RCA* și *Comsat*, cea indoneziană (cu sateliți de tip *Palapa*), cea vest-europeană cu telesateliți *Symphonie* etc.

În sfîrșit, în perioada 1976/1977 a fost inaugurată rețeaua de sateliți de telecomunicații și dirijare pentru nave *Marisat*, apoi în Norvegia a fost pusă în funcțiune prima rețea de telecomunicații spațiale *Norsat* pentru foraj petrolier marin. Unele țări occidentale și Japonia pregătesc, de asemenea, un sistem de telecomunicații spațiale, dotat cu un satelit european de tip *ECS* ; mai multe țări arabe au examinat posibilitatea constituirii unui sistem propriu de telecomunicații prin satelit — iar Peru și Brazilia au declarat interesul lor de a dispune de o rețea proprie de telesateliți. Preocupări similare se conturează și din partea Indiei și Australiei ; concomitent trebuie să remarcăm dezvoltarea sistemelor moderne în U.R.S.S., prin plasarea pe orbită a mai multor telesateliți geostaționari <sup>1</sup> de tip *Statsionar*.

Concomitent cu dezvoltarea rețelilor de sateliți pentru telecomunicații, specialiștii lucrează intens la perfecționarea lor ; dintre inovațiile care vor intra în dotarea din viitorul apropiat se menționează : stabilizarea telesateliților după cele trei axe, folosirea ca motor de apogeu a rachetelor cu propergoli lichizi (experimentate la telesateliții *Symphonie*), emițătorii de mare putere (experimentați la satelitul canadian *CTS*), „mutarea“ comandată a telesateliților deasupra diferitelor regiuni (de exemplu, *ATS-6* a fost inițial localizat deasupra insulelor Galapagos, apoi a fost deplasat deasupra Indiei !).

Caracteristic pentru telecomunicațiile prin satelit este faptul că la același telesatelit pot avea acces mai multe stații terestre, existînd astfel posibilitatea ca acestea să comunice între ele via-satelit. „Accesul multiplu“ este posibil printr-o repartizare co-

<sup>1</sup> Au perioada de rotație de 24 ore ; rotirea în sensul celei a *Terrei* (vezi glosar).

respunzătoare a frecvențelor sau prin departajare în timp. Această tehnică — experimentată cu succes — are avantajul că utilizează mai bine banda de frecvențe și mărește considerabil capacitatea de transmisie, dar impune ca la bordul sateliților să existe antene mari ; se apreciază că tehnica accesului multiplu va fi accesibilă în anii '80. Pînă în prezent, toți telesateliții reprezintă doar simple stații de recepție-emisie ; ei recepționează undele electromagnetice emise de stațiile terestre, le amplifică, le schimbă frecvența și apoi le emit din nou. Pentru viitor, se estimează că la bordul telesateliților se vor asigura condițiile tehnice pentru o prelucrare suplimentară a informațiilor...

Similar, se prevăd dezvoltări și perfecționări și în ceea ce privește antenele stațiilor terestre ; tendința este de a simplifica antenele, diametrul lor urmînd să fie redus de la 30—60 metri, cît au în prezent, la numai 10 metri ; de asemenea, pentru confecționarea antenelor destinate recepționării emisiunilor de televiziune prin satelit, se are în vedere captarea directă a programelor televizate, utilizînd antene cu diametrul pînă la 3 metri și care vor cîntări doar cîteva zeci de kilograme...

Atenția acordată telesateliților rezultă și din faptul că din anul 1976, la congresele de astronautică s-a permanentizat organizarea unui simpozion „Comunicații spațiale“ ; dacă la Los Angeles-Anaheim în 1976 au fost numai 38 de comunicări, numărul lor s-a mărit la Congresul jubiliar de la Praga (septembrie-octombrie 1977) la 54, ceea ce a impus ținerea a șase ședințe de lucru pentru prezentarea și dezbaterrea problemelor telecomunicațiilor prin satelit în prezent și viitor. Programele *Intelsat*, *Intersputnik*, *Marisat*, *Marots*, *Symphonie*, *Sirio*, *Telesat* etc. au polarizat atenția majorității participanților la Congresul al 28-lea, mai ales că telesateliții au intrat în etapa folosirii pentru dirijarea aeronavelor și vaselor, fac deja parte din sisteme corelate pentru prevenirea declanșării unor calamități naturale, se pregătesc pentru a servi la construirea sistemelor de televiziune la nivelul planetei...

Să trecem în revistă câteva din cele mai noi proiecte în domeniul comunicațiilor la scară planetară...

Proiectul indian pentru un satelit polivalent (*Insat*) urma să fie operațional până în anul 1980; el va folosi stații de radio-recepție directă și stații de retranslație pe unde decimetrice. Apoi, proiectul unor țări vest-europene pentru un satelit polivalent destinat să fie utilizabil în perioada 1980—1981 ca sistem european operațional de telecomunicații publice (telefonie, telegrafie, telex și transmitere de date) și de transmisii de televiziune, respectiv distribuirea programelor de schimb internațional ale Euroviziunii. Sistemul va funcționa între 1980—1990, astfel încât jumătate din traficul telefonic total al zonei respective să fie transmis prin sistemul spațial, a cărui capacitate nu va coborî sub 15 000 de căi telefonice !... Necesitățile Euroviziunii vor fi satisfăcute prin asigurarea permanentă a două canale de televiziune în culori, iar rețeaua de la sol va avea circa 35 de stații !...

Ca în toate domeniile, și în cazul dezvoltării telecomunicațiilor prin sateliți s-au făcut prevederi, prognoze, planuri de perspectivă; un studiu cu un asemenea obiectiv a fost întreprins pe bază de contract de Universitatea din Stanford și acesta a evidențiat, pornind de la ritmul existent la data întreprinderii studiului, că în anul 1985 vor exista pe Terra aproximativ 20 de rețele regionale sau naționale, servite de peste 50 de telesateliți geostaționari; amploarea luată de sistemele de sateliți de telecomunicații permit să se aprecieze că prognoza celor din Stanford va fi depășită încă din 1981...

În luna august 1980 se împlinesc opt ani de la propunerea primită de secretarul general al O.N.U., din partea ministerului afacerilor externe al U.R.S.S., pentru a se introduce pe ordinea de zi a următoarei sesiuni a Adunării generale a O.N.U. a problemei privind: „Elaborarea unei convenții internaționale referitoare la principiile utilizării de către state a sateliților artificiali ai Pământului pentru emisiuni directe de televiziune”. Această problemă a depășit de mult sfera de preocupare a specialiștilor,

ea aflându-se acum în atenția întregii opinii publice, soluția transmiterii emisiunilor de televiziune direct prin intermediul sateliților, fără intermediul stațiilor-releu terestre fiind extrem de atractivă.

Îndeplinind rolul unei stații puternice de recepție (a emisiunilor de la sol) și de retranslație, sateliții ar putea asigura captarea emisiunilor de către marele public direct cu ajutorul unor antene de dimensiuni acceptabile. Antenele de emisie de la bordul sateliților permit obținerea unei acoperiri teritoriale sau globale fără efecte locale de mascare, deci acesta poate fi un excelent mijloc de transmitere a emisiunilor de televiziune la scară planetară.

Desigur, realizarea efectivă a unui asemenea sistem este grevată de o serie de dificultăți de ordin juridic statal și internațional, dovadă și faptul că la fiecare dintre Colocviile internaționale privind problemele dreptului cosmic sînt prezentate diferite lucrări în acest domeniu, problema intrînd și pe ordinea de zi a unor ședințe ale subcomitetului de profil al O.N.U. O asemenea televiziune nu trebuie folosită ca un mijloc de imixtiune politică sau ideologică în treburile interne ale vreunei țări. Dacă aspectele juridice ale acestei probleme nu intră în profilul acestei lucrări, avem în vedere momentul cînd — într-un viitor apropiat, — aceste aspecte vor fi soluționate, iar acum arătăm ce probleme tehnice sînt în curs de rezolvare pentru a pregăti condițiile general valabile pentru ca acest domeniu să fie abordabil spre binele umanității...

Dificultățile tehnice prezentate de specialiști privesc în principal sistemele de emisiune existente care utilizează stații terestre. Este foarte probabil că cele două sisteme vor exista în continuare simultan, ceea ce înseamnă că aparatele individuale vor trebui să fie capabile să permită captarea ambelor tipuri de emisiuni. Complexitatea, dar mai ales prețul de cost al noilor instalații nu trebuie să depășească cu mult pe cele ale aparatelor actuale, iar dorința publicului ca recepționarea emisiunilor să se facă fără reglaje și manevre complicate este îndreptățită. Tot

astfel este corectă cerința ca sistemul de emisie prin satelit să nu interfereze cu recepția pe rețeaua clasică de televiziune și reciproc, să nu fie interferată de către aceasta...

Iată cum presupun specialiștii că se vor desfășura etapele activității tehnice pentru trecerea la televiziunea globală prin sateliți — așa-numita mondoteleviziune — : pentru început, diverse țări și organisme internaționale vor lansa sateliți de televiziune cu o putere de emisie de circa 4 kW, iar programele vor putea fi recepționate pe sol cu antene parabolice cu diametrele de 1 m și amplificatoare de antenă, costul nefiind prea ridicat. S-a calculat că mărind puterea la 500 kW — emițătorul de pe satelit fiind alimentat cu pile nucleare cu puterea de 1,5 MW — se poate asigura recepția pe sol cu antene și receptoare obișnuite de televiziune. Astfel de telesateliți, pentru difuzarea directă a programelor de TV la receptoarele telespectatorilor, ar putea fi lansați foarte curînd, declanșînd astfel operația „mondoteleviziune spațială“. La nivelul actual al tehnicii în acest domeniu, firma americană RCA are proiectat — lucrările de experimentare a prototipului la sol au fost de mult terminate — un satelit cu un emițător de 5 kW cu o antenă depliable avînd lungimea de 15 m, emițătorul alimentat cu energie de la celule fotovoltaice ; unele dificultăți speciale nu au permis ca acest satelit să intre în funcțiune, în sistemul preconizat, după anul 1970, deși calculele și experimentările atestă că folosirea unor antene de recepție pe sol cu diametrul de 1 m (diametru echivalent, antenele fiind parabolice) și un amplificator clasic sînt suficiente, costul lor fiind cam un sfert din al unui receptor TV clasic. Plasarea pe o orbită de satelit geostaționar a trei asemenea telesateliți cu o putere de 500 kW ar asigura „mondoteleviziunea“.

Înainte de a se trece la mondoteleviziunea spațială, cîteva din proiectele specialiștilor, evidențiate la ultimele conferințe internaționale de specialitate, precum și la congresele de astro-nautică de la Praga (1977) și Dubrovnic (1978), arată că sateliții actuali din seria *Intelsat-4* și *Intelsat-4A*, care se află în exploa-

tare de mai mulți ani, vor fi treptat înlocuiți cu telesateliți perfecționați din seria *Intelsat-5*. Între anii 1979 și 1981, șapte asemenea sateliți urmează a fi livrați companiei „Comsat“, dintre care doi vor fi aduși în spațiu cu ajutorul navetei spațiale, așa cum am menționat într-unul din paragrafele anterioare (de fapt, se folosește un etaj reactiv suplimentar capabil să imprime viteza necesară instalării satelitului pe o orbită staționară). Pînă în anul 1981, deasupra Oceanului Atlantic vor fi plasați trei telesateliți din această serie ; tot în anul 1981, deasupra Oceanului Indian vor fi plasați doi telesateliți, iar spațiul de deasupra Pacificului va beneficia de prezența altor doi telesateliți, în anul 1984. În acest fel, sistemul *Intelsat-5*, integral operațional și la întreaga capacitate în anul 1985, va putea asigura un total de 92 000 de circuite de telecomunicații, dintre care 52 000 deasupra Atlanticului. În anul 1977 telesateliții au asigurat doar 26 000 de circuite, deci în opt ani se va realiza o creștere de aproape 360%. Capacitatea noilor sateliți a fost considerabil amplificată : fiecare *Intelsat-5* va avea o capacitate totală de 24 500 de semicircuite, permițînd să fie transmise 12 000 de comunicații telefonice simultane, plus două programe TV color, deci de aproape două ori mai mult decît precedentul satelit. Noua generație de telesateliți aduce cu sine o serie de perfecționări tehnice foarte importante, printre care faptul că telesateliții *Intelsat-5* sînt primii care funcționează pe două benzi de frecvențe : 4—6 GHz și 11—14 GHz, fiecare putînd emite șapte fascicule de unde electromagnetice, ceea ce asigură atît acoperirea totală a zonei „radiovizibile“ cît și acoperirea a altor șase regiuni cuprinse în prima, două din ele fiind acoperiri de înaltă densitate, numite „Spots“. Ansamblul de instalații de emisie-recepție cuprinde doar patru antene cu reflectoare parabolice și două cornete, ca urmare a utilizării filtrelor ultrasensibile și a montării în premieră pe satelit a antenelor directive multisurse, lucrînd în sistemul rețelelor fazate. Încă din această fază, telesatelitul *Intelsat-5* prefigurează sateliții destinați comunicațiilor globale : posedă un corp central cubic con-



ținând echipamentul de bord, la exterior fiind antenele și cele două panouri cu celule solare. În ansamblu, satelitul cântărește 1860 kg, are înălțimea de 6,5 m și o anvergură (panourile complet depliate) de 15 m. Este o certitudine că noua generație de telesateliți asigură o nouă dimensiune capacității de trafic a sistemului mondial de comunicații spațiale, facilitând transmiterea informațiilor la scara globului terestru...

S-ar părea că totul este foarte simplu, în cadrul lansărilor de telesateliți și a respectării unor convenții internaționale : organisme statale sau internaționale lansează telesateliți geostaționari și aceștia, perfect dotați și organizați, nu au altceva de făcut decât să satisfacă necesitățile crescînde de telecomunicații ale membrilor mereu în înmulțire ai „planetei albastre” ! Lucrurile nu stau însă chiar așa ; radiocomunicațiile spațiale au de luptat cu două inconveniente majore, la prima vedere aproape ascunse : în primul rînd, datorită creșterii rapide a fluxului informațional transmis prin radiunde, a apărut recent fenomenul de saturație a spectrului de frecvențe disponibil ; în al doilea rînd, încercarea de a soluționa prima problemă prin adoptarea frecvențelor ultraînalte, a condus la cea de-a doua dificultate : posibilitățile fizic limitate de parcare a sateliților geostaționari...

Cu ocazia Conferinței internaționale a Uniunii de telecomunicații (Geneva, februarie, 1977), au fost atribuite frecvențe de radiodifuziune, s-au formulat revendicări pentru o gamă de frecvențe pînă acum ignorată (banda X, mai precis intervalul dintre 11,5 și 12,5 GHz) și a fost elaborată schița unui plan de partajare între părțile interesate, nu numai a unor frecvențe încă neatribuite, ci chiar a întregului spectru de unde electromagnetice, acord care a fost pregătit în vederea supunerii aprobării Conferinței internaționale de telecomunicații din anul următor...

Cu cele de mai sus nu au fost lichidate, totuși, dificultățile din telecomunicațiile la scară planetară, deoarece a fost evidențiată acum și o limitare fizică a posibilităților de instalare pe or-

bită a telesateliților geostaționari, atît de utili în telecomunicații, deoarece apar în permanență radiovizibili pe o arie destul de întinsă de pe globul terestru. Așa cum a fost arătat într-un capitol precedent, în proiectele de televiziune la scara planetei, s-a apreciat că trei asemenea sateliți decalați cu cîte 120 de grade ar fi suficienți pentru a asigura acoperirea radio aproape a întregului glob (este cazul aici al regiunilor celor două emisfere avînd densitățile cele mai ridicate de populație).

De la 26 iulie 1963 — dată la care a avut loc plasarea pe orbită a primului satelit staționar de telecomunicații (SYNCOM-2) — și pînă în anul 1980, se apreciază că numărul de asemenea sateliți va atinge cifra de 160 ; de asemenea sînt unele prognoze elaborate de specialiștii NASA, care afirmă că în intervalul dintre 1980 și 1994 Cosmosul va „adăposti” încă 270 de telesateliți pe orbite geostaționare... Acest studiu, elaborat în Statele Unite în anul 1976, prelimina apariția de noi beneficiari, printre care radiodifuziunea, teletransmisiile de date, conferințe etc. Specialistul H. L. Myers, într-un studiu similar, aprecia că „potențialul plafon” de ocuparea orbitei geostaționare s-ar putea cifra la circa 500 de sateliți... Nu sîntem deci departe de momentul cînd naveta spațială sau alt mijloc spațial economic va întreprinde acțiuni de curățire a spațiului de acei sateliți care și-au încheiat ciclul util sau sînt depășiți ori deteriorați... La acest inconvenient (al anilor de după 1995), trebuie adăugată, chiar de pe acum, suprasaturarea benzilor de frecvențe și posibilitățile limitate existente în această direcție, ilustrat și de faptul că — în limitele cunoscute ale benzilor existente și disponibile —, un canal telefonic are nevoie de o lărgime de bandă de aproximativ 4 kHz !... În afara limitărilor menționate privind frecvențele, nu trebuie omisă dificultatea cauzată de absorbția atmosferică, foarte importantă în cazul undelor ultraviolete și a gamei de unde X, precum și în cazul undelor centimetrice (benzile L, S, C și X — deci sub 30 GHz) ; precipitațiile atmosferice stînjenesc propagarea undelor în gama 20—100 GHz, iar

peste această frecvență (deci în cazul undelor milimetrice), propagarea este oprită.

Desigur, necesitățile viitoare de canale de telecomunicații vor putea fi satisfăcute utilizând cât mai rațional toate benzile existente fizic și folosind felurite soluții tehnice, printre care și transmiterea emisiunilor TV — mari consumatoare de frecvențe — prin cablu. De asemenea, telesateliții vor putea fi dotați cu antene cornet care, emițind fascicule înguste, nu poluează spațiul cu radiații, acoperind doar zona interesată. Un viitor deosebit se pare că vor avea tehnicile de transmitere a debitorilor mari de informații într-o bandă de frecvențe cât mai îngustă, informația urmînd a fi transmisă, nu sub formă analogică (cu tot spectrul de frecvențe menționat), ci sub formă numerică, așa cum s-a procedat la transmiterea fotografiilor planetelor...

În curînd se va intra în etapa transducerii sub forma unică a informațiilor, indiferent de natura acestora, iar asigurarea acestei activități se va datora telecomunicațiilor numerice, metodă care a fost aplicată în comunicațiile cosmice. Metoda se bazează pe modulația codificată în impulsuri și asigură repartiția temporală a utilizatorilor pe fiecare canal, care va putea fi folosit simultan de mai mulți abonați...

Se apreciază că tripticul tehnic telecomunicații-satelit-calculator ar putea permite în curînd ca, prin formarea numărului de telefon al unui calculator care servește o bancă de date, aflată la distanțe continentale chiar, orice beneficiar să poată „intra în discuție” cu calculatorul, pentru orice fel de transfer de informație care va parveni la utilizator via-satelit... La domiciliul beneficiarului, informațiile transmise de calculator prin intermediul telesatelitului pot fi afișate pe ecranul unei console de vizualizare sau chiar transcrise cu ajutorul unui minitelex... Nu mai este mult pînă cînd diferiți specialiști vor dispune de combine televideofonice destinate purtării conversațiilor tehnice cu ordinatoare care pot furniza documentații, informații, date necesare lucrărilor de mare perspectivă... În era realizării coloniilor spațiale, a mutării laboratoarelor de fizică în Cosmos,

a reacțiilor termonucleare controlate pentru obținerea de energie etc., informatica la domiciliu ar trebui să fie o realitate curentă, etapa dificultăților tehnice-economice și juridice fiind de mult depășită...

Certitudinea acestei perspective ne-o oferă sistemele actuale, cum ar fi „Tic-Tac” care transmite la domiciliu buletine meteorologice etc. sau „Antiope”, care asigură citirea presei zilnice afișate pe ecranul de televiziune la domiciliul abonaților.

Introducerea fenomenului laser în domeniul comunicațiilor la mari distanțe a însemnat o revoluție tot atît de amplă ca și trecerea de la cablurile intercontinentale la utilizarea telesateliților. De fapt, istoria comunicațiilor prin laser începe în anul 1962 cînd s-a obținut transmiterea unei scurte emisiuni în sonor la distanța de 30 km, pe o purtătoare optică. Se folosesc, bineînțeles, frecvențe foarte ridicate, avînd ordinul de mărime  $10^{14}$  Hz și aceasta în comparație cu frecvența radioundelor, care este de ordinul  $10^7$  Hz. Dacă s-ar utiliza integral o lărgime de bandă disponibilă la o astfel de frecvență purtătoare, atunci se poate calcula că există posibilitatea transducerii simultane, prin intermediul unui fascicul laser, a unui număr de un milion de canale TV.

Era comunicațiilor optice spațiale a debutat în anul 1973, cînd în S.U.A. a fost realizată prima legătură cu două căi între o stație fixă de pe sol și un satelit sincron aflat la o distanță de cca 36 000 km, folosind un laser cu  $\text{CO}_2$  cu puterea de 1 W și obținînd raportul semnal/zgomot, corespunzător la 25 decibeli...

Revenind la mondviziune, trebuie menționat și proiectul „sistem spațial de mondviziune” realizabil în 1990, folosind telesateliți pe orbite sincrone, în greutate de 7 t, cu antene avînd deschiderea de 18 m, capabili să transmită emisiunile la beneficiari individuali, dotați cu antene de 10 m și care vor putea urmări emisiuni de 33 de canale, folosind banda de 3 GHz.

Se apreciază că la aparatele de recepție casnice va trebui adăugat doar un transformator de frecvență, imediat înainte de antena pentru microunde; atît antena cît și transformatorul

amintit vor fi de foarte mici dimensiuni (incorporabile în aparat) !

Antena de pe telesatelitul sincron va fi astfel organizată încît să asigure emiterea pe 250 de fascicule de semnale, fiecare capabil să acopere o zonă pe sol cu diametrul de 180 km ; puterea de emisie va fi astfel organizată încît în regiunile foarte aglomerate să se poată recepționa cît mai multe canale, în limitele de circa 33 pe fiecare regiune. Deși necesită puteri destul de ridicate, de ordinul a 50—150 kW, proiectul este perfect realizabil chiar la nivelul anilor următori, dacă se dispun în paralel panouri solare de tipul celor folosite pe *Skylab*. Pentru asigurarea frecvențelor necesare se vor utiliza componente electronice specifice puterilor mari...

Dotarea stațiilor de emisie TV de la sol va fi corespunzătoare : antene cu emițători de putere asigurînd 1 kW pentru fiecare 100 Hz ; în mod corespunzător, pe satelit canalele pot fi comutate după necesități. Capacitatea stației terestre de comutare și declanșare a programelor poate fi suficient de ridicată, iar costurile activităților suficient de reduse, încît chiar stații de emisie de puteri mici își vor putea transmite programele unor ascultători situați în centre aglomerate suficient de depărtate. În acest fel, vor fi disponibile suficiente canale pentru programele educaționale, astfel încît orice emisiune elaborată într-un studio va putea fi transmisă către zonele care solicită emisiunea respectivă.

. . . . .

Să ne imaginăm cum, peste cîțiva ani, un sistem de telesatelii instalați pe orbite geostaționare va acoperi aproape întreaga suprafață a Terrei — cu precădere aglomerațiile urbane —, asigurînd retranslatarea la scară continentală a principalelor evenimente care se petrec pe globul nostru... Teleconferințe holografice, legături directe dintre oameni politici, informații despre opiniile tehnice ale unor specialiști privind evenimente deosebite (salvarea unor cosmonauți, poluări periculoase etc.) iată numai cîteva din foloasele telesatelitelor.

### CAP. 3

## ROBOȚII COSMICI ÎN BENEFICIUL UMANITĂȚII

*„Tot ceea ce a imaginat odată un om, alți oameni vor realiza mai tîrziu“.*

Jules Verne (1865)

Roboții, copii confecționate din oțel ai eroilor-oameni, introduși în literatura de anticipație la începutul secolului de H.G. Wells și K. Lasswitz, au devenit personaje obișnuite în cadrul „faunei electronice“ a zilelor noastre, renunțînd de mult la înfățișarea lor exotică și chiar... feroasă, dar căpătînd în schimb forme dintre cele mai variate : de la mașina care pregătește masa și apoi... spală vasele și pînă la satelitul care urmărește și transmite date despre fenomene la scară planetară...

De fapt, roboții au apărut cînd necesitatea de a-și perfecționa uneltele de producție l-a obligat pe om să se inspire din felul cum funcționează diferitele părți ale corpului său sau chiar acesta în întregime. Asemenea realizări tehnice, inițial simple, dar mereu perfecționate, au fost folosite de literatura de anticipație ca personaje științifico-fantastice, capabile de cele mai năstrușnice activități, de exemplu, chiar să se răscoale împotriva celor care i-au conceput ! În scurt timp însă, tehnica secolului XX a scos roboții din această relativ ingrată postură, transformîndu-i concret în automatele de neînlocuit care pot fi substituite omului ce nu ar rezista în condiții dificile de muncă (radiații ionizante, temperaturi înalte etc.) sau nu s-ar mai reîntoarce din expediții cosmice periculoase, ori fără rezerva de



energie necesară revenirii intacte pe solul primitor al planetei natale...

Încă de pe acum au fost puse în practică numeroase utilizări concrete ale sateliților în beneficiul omului (telecomunicațiile, meteorologia, navigația, cercetările tehnologice, astrofizica etc.); urmărirea proceselor terestre și chiar a resurselor și bogățiilor potențiale ale planetei fiind una dintre cele mai solicitate și de perspectivă direcții în „punerea la lucru” a roboților cosmici, o vom analiza într-un capitol special destinat. Dar omenirea este tot mai des confruntată cu situații speciale, de dezastru iminent sau catastrofe care aduc prejudicii formidabile și provoacă pierderi ireparabile de vieți omenești. Oare sateliții, dotați cu o tehnică corespunzătoare nivelului științei de la sfârșitul mileniului, nu pot cel puțin să prevadă asemenea calamități? Oare omenirea va trăi totdeauna sub spectrul unor cutremure, erupții, inundații catastrofale, despre care să ia cunoștință de-abia în momentul producerii fenomenului sau atât de aproape de producerea acestuia încât nici o măsură să nu mai fie operativă? Taifunurile, uriașele valuri înalte cât un zgîrie-nori și care mătură totul în calea lor, inundațiile catastrofale, nu pot fi oare prevăzute, iar direcțiile lor de acțiune preliminate cu suficient timp înainte, pentru a se lua măsurile de protecție necesare?

Desigur, unele măsuri au fost deja luate, dovadă informațiile operative pe care le dau sateliții meteorologici despre cicloanele tropicale (încă de la formarea nucleelor acestora) și care sînt recepționate și prelucrate de centre specializate, dependente de unul din centrele continentale (de la Moscova, Melbourne sau Washington) ale Organizației Meteorologice Mondiale (OMM). Desigur, rolul pasiv al meteosateliților este excepțional, dar de aici și pînă la participarea activă a astronauticii la influențarea climei terestre mai este un interval destul de mare. În ce privește prevenirea cataclismelor care lovesc parcă tot mai des regiuni întinse ale planetei noastre, putem afirma

că există deja unele metode de utilizare eficientă a informațiilor furnizate de sateliții geodezici, iar unele măsuri de concertare a acțiunilor au fost deja demarate de organismele de specialitate ale Organizației Națiunilor Unite. Într-un recent raport al Centrului pentru coordonarea asistenței în caz de dezastru de pe lângă O.N.U. se arată că fotografierea din satelit poate și trebuie să constituie o modalitate de preîntîmpinare a cataclismelor naturale; de asemenea, sateliții geodezici, care înregistrează continuu mișcările scoarței terestre, sau analizează structurile geomorfologice specifice, pot contribui determinant la prezicerea erupțiilor vulcanice, a cutremurelor, a alunecărilor de teren etc. În acest scop, pe linia O.N.U. au fost propuse și sînt deja organizate unele seminarii internaționale destinate schimbului de experiență privind utilizarea tehnologiilor spațiale în preîntîmpinarea dezastrelor la scară continentală sau chiar planetară...

De asemenea, în prezent, specialiștii sînt în unanimitate de părere că Pămîntul are de surmontat anomalii climatice, în special o scădere generală a temperaturii atmosferice, cauzele acestor anomalii fiind analizate în cadrul unor ipoteze din cele mai diverse, între care se numără oscilațiile activității solare, erupțiile vulcanice, dar și activitățile umane (poluare etc). Cunoașterea în profunzime a fenomenelor din atmosferă constituie una din căile principale de limitare sau chiar de evitare a consecințelor anomaliilor climatice, iar în cadrul acțiunilor întreprinse în acest scop de organizația Veghea Meteorologică Mondială, un rol deosebit revine sateliților meteorologici componenți de bază ai subsistemului spațial din cadrul sistemului mondial de observații meteorologice.

Acestea sînt condițiile în care tehnica spațială trebuie și poate să contribuie la crearea unor elemente de ambianță propice dezvoltării umanității aflate în pragul celui de al 3-lea mileniu.

## SATELITUL CARE PREVEDE CUTREMURELE...

Cutremurele de pământ, ca și vulcanii, nu sînt răspîndite uniform pe suprafața globului, unele regiuni fiind ferite, iar altele foarte des afectate; se pare că acestea din urmă sînt zone de minimă rezistență creată de orogeneză, de fracturi importante între cele 12 plăci continentale de bază și numeroase subplăci (fragmente dintr-o placă mai mare), precum și în zone în care vulcanismul este intens.

Anual, cele 600 de observatoare seismologice amplasate pe scoarța terestră fac înregistrări continue și transmit informații despre cîteva sute de mii de cutremure, la Centrul seismologic euro-mediteraneean de la Strassbourg sau la alte centre continentale; este drept că din acest număr imens de cutremure, doar circa o mie sînt perceptibile de om sau chiar puternice...

Analiza statistică a distribuțiilor și categoriilor de cutremure a permis deducerea centurilor seismice ale Terrei, a grupelor de cutremure, a ariilor de seismicitate intensă, inclusiv pentru zonele oceanice care ocupă 3/4 din suprafața planetei... Astăzi sînt aproape complet definite centura circumpacifică, care polarizează cam 68% din numărul mediu anual al seismelor, apoi centura eurasiatică-malaeziană sau mediteraneeană (din care face parte și teritoriul țării noastre) și căreia îi revin doar 20% din totalul cutremurelor de pe Pământ. Peste 2 miliarde de oameni trăiesc în zonele seismice ale planetei; ca urmare a problemelor legate de pericolul seismic, cutremurelor li se acordă o deosebită atenție, prevederea lor fiind determinantă; UNESCO a demarat un program amplu de măsuri de cercetare de ordin practic în seismologie, în care se încadrează și crearea Centrului internațional de seismologie din Anglia, care posedă unul dintre cele mai puternice centre de calcul din lume, capabil să prelucreze informațiile primite de la cele peste 600 de observatoare menționate. Centrul regional de seismologie din America de Sud

(Peru), Institutul internațional de seismologie (Tokio), Programul UNESCO și PNUD pentru studierea seismicității balcanice (1971—1976), rețeaua unică de seismografe a unor țări din Asia de sud-est etc., sînt cîteva din ultimele realizări prin care umanitatea pregătește condițiile de prevedere a acestor calamități, ale căror cauze au fost bine stabilite și deduse că fac parte din forțele existente în nucleul Terrei, din însăși activitatea Pământului...

La una din Conferințele UNESCO pentru problemele estimării și micșorării pericolului seismic (Paris, 1976), a fost evidențiată o nouă formă de seismicitate, seismicitatea indusă, provocată de activitățile omului asupra scoarței terestre, demonstrîndu-se că în peste 20 de cazuri activitățile umane au provocat o creștere a intensității activității seismice... Or, dacă omul, în necesitatea de a modifica unele elemente definitorii ale scoarței din motive economice bineîntemeiate (de exemplu, lacurile de acumulare), contribuie indirect la amplificarea fenomenului seismic, atunci cu atît mai mult trebuie să poată cel puțin prevedea producerea dezastrelor tectonice. Pe această linie, încă din 1964 V. Belousov propunea un program de studiere a scoarței în scopul de a se cunoaște procesele din mantaua superioară; rezultatele programului au fost comunicate la cea de a 15-a Adunare generală a Uniunii internaționale de geodezie și geofizică (Moscova, 1971) și s-au concretizat într-o nouă ipoteză privind compoziția păturii superioare a Terrei — alcătuirea acesteia din cele circa 12 plăci gigantice, care se mișcă și din interacțiunea cărora apar cutremurele de Pământ... „Plutind“ pe astenosferă (zonă a mantalei cuprinsă între 50 și 200 km adîncime), materia scoarței tinde să se răspîndească orizontal pentru a se obține pretutindeni același nivel, iar forțele de tensiune aplicate zonal pot atinge 2—3 t/cm<sup>2</sup>, ceea ce poate justifica energiile enorme dezvoltate de cutremure.

Înainte de a se analiza posibilitățile de combatere a cutremurelor, este logic să fie găsite mijloace de prevedere a acestora, iar aici sateliții ocupă un rol important.

Geofizicienii americani, sovietici și japonezi afirmă, pe bază de observații, că înainte de cutremure au putut fi decelate mișcări, înclinări, modificări ale scoarței sau chiar o ușoară deplasare a unui întreg continent; de exemplu, înclinarea scoarței spre est în California înainte de cutremurul din 11 iunie 1970, apoi, la Matsushiro, ridicările scoarței însoțite de modificarea fluctuațiilor câmpului magnetic terestru, au permis avertizarea seriei de cutremure ale perioadei 1965—67; în mod similar, înaintea cutremurului din Chile (1960), s-a înregistrat o derivă a continentului Americii de Sud cu cca 16 cm către ocean...

Este evident că, în condițiile tehnico-științifice descrise mai sus, doar un mijloc spațial, dotat cu aparatură laser, radar etc. poate fi în măsură să contribuie la detectarea cu precizie — la scară planetară — a unor mișcări preseismice, definitorii pentru observații asupra apariției unei stări anterioare unui cutremur. Pentru a putea intui mai clar aportul pe care-l va avea tehnica spațială la prevederea cutremurelor, apar deosebit de interesante ipotezele acelor specialiști care propun diferiți indicatori prevestitori pentru seisme, pornind fie de la ipoteza curenților subcrustali, fie de la ideile lui Egyed, Holms și Jordan care susțin dilatarea Terrei, fie pe ipoteza constanței formei scoarței (ipoteza derivei continentelor, a lui Alfred Wegener), sau sprijinindu-se pe ipoteza contracției scoarței (emisă în 1829 de Élie de Beaumont)...

Observarea Terrei din spațiu, cu ajutorul tehnicilor cosmice, pune la dispoziția specialiștilor informații prețioase privind schimbul de energie dintre Pământ, ocean, atmosferă, Cosmos, în cadrul unui sistem intercondiționat și dinamic. Ipoteza derivei continentelor, formulată de Alfred Wegener în anul 1912 și apoi continuată și dezvoltată pe tot timpul vieții acestuia, a constituit una dintre cele mai îndrăznețe ipoteze privind istoria dezvoltării

în timp și spațiu a planetei Pământ, a continentelor și oceanelor. Wegener a presupus că, în urmă cu peste 200 de milioane de ani, ar fi existat un singur continent, care s-a „spart” de-a lungul unor linii de fractură, în câteva continente, iar treptat fragmentele au început să se deplaseze independent, depărtându-se unele de altele. Admisă fiind deplasarea pe verticală a unor fragmente ale scoarței globului, mișcările pe orizontală ale blocurilor continentale nu ar mai constitui o excepție, mai ales că rotația planetei, marea etc. constituie factori dinamici favorizanți pentru un ansamblu de mișcări orizontale; majoritatea fenomenelor responsabile pentru migrarea continentelor sînt localizate în mantaua superioară, un exemplu elocvent constituindu-l curenții convectivi capabili să transporte la distanță fragmente de continente și să creeze ascensiunea materiei bazaltice drenate din adîncimea mantalei terestre. Studiul undelor produse de cutremure a demonstrat că plăcile litosferei, cu o grosime de ansamblu de 60—100 km, alunecă pe stratul de substanță fierbinte, bazaltică, viscoasă denumit astenosferă, creînd acumulări de forțe imense, declanșate cu ocazia depășirii rezistenței de deformare a materiei din zona stress-ului regional respectiv...

Această ipoteză denumită „tectonica plăcilor” — din care s-au expus doar câteva idei mai importante, care explică deriva continentelor, apariția cutremurelor etc. prin mișcarea acelor uriașe platforme continentale sau plăci, ce plutesc pe magma astenosferei —, a primit un sprijin deosebit în ultimul timp prin informațiile furnizate de sateliți. Un program destinat urmării mișcărilor crustei terestre a fost realizat prin satelitul *Lageos*, dotat cu aparatură laser, lansat de NASA în anul 1976; pe fiecare soclu continental, un ansamblu laser-ceas atomic emite un fascicul de raze laser care este reflectat de satelitul plasat pe o orbită circulară, înclinată la 110° față de ecuator și la înălțimea de 5900 km față de sol; timpul dus-întors permite fixarea distanței dintre stație și satelit, poziția spațială a satelitelui fiind



precizată prin localizarea unui obiect astronomic considerat fix și anume un quasar, care are și avantajul că emite semnale radio recepționate pe întreg globul. Ca urmare, a fost posibil să se calculeze arcul de cerc terestru care separă cele două stații la un anumit moment, după un anumit interval de timp etc., măsurând astfel deriva continentelor cu precizie până la  $\pm 10$  cm! În anul 1985, când pe Terra vor exista 13 stații laser de acest tip, precizia măsurătorilor va fi ridicată la  $\pm 2$  cm în scopul măsurării deplasării tectonice anuale a continentelor, care este între 1 și 6 cm, pe o perioadă de 50 de ani, când se apreciază că satelitul respectiv va fi depășit de alte realizări. Este interesant și faptul că acest satelit, care va avea o viață de peste opt milioane de ani, a fost dotat cu un mesaj pentru eventuala civilizație ce va popula atunci planeta noastră: trei reprezentări ale planiglobului, una cum era acum 268 milioane de ani când exista un singur continent (probabil), una astăzi și alta cam cât de mult se vor fi depărtat continentele în anul 8 400 000! Acesta va fi anul când satelitul va pătrunde în straturile dense ale atmosferei, învelișul său va arde, iar cilindrul termoprotejat ce conține respectivul mesaj va fi, poate, recuperat...

Desigur, procesul foarte complex de acumulare a tensiunilor în Pământ și de producere a cutremurelor este corelat și cu alte fenomene a căror cercetare din spațiu este foarte indicată. Astfel, s-a constatat că undele Rayleigh<sup>1</sup> produse de cutremurele puternice sînt asociate cu variații considerabile ale nivelului stratului ionosferic reflectant pentru radiunde.

Pe această linie, experiențele efectuate cu ocazia măsurătorilor cu raze laser a distanței Lună-Pământ (în timpul programului *Apollo*) au demonstrat că cutremurele importante au fost precedate de ușoare devieri ale axei Terrei, iar măsurători efectuate în perioada 1897—1956 au relevat relația dintre cutremure și unghiul planurilor ecuatoriale ale Pământului și satelitului său natural (ipoteza lui G. Tamazian — Universitatea din Baku).

<sup>1</sup> Rayleigh, John William, Strutt (1842—1919), fizician englez.

Și acum despre posibilitățile instalării pe sateliți a unor aparate capabile să sesizeze fenomene preliminare cutremurelor. Pornind de la fenomenul creșterii volumului rocilor supuse la forțe intense de forfecare (W. F. Brace) ca urmare a schimbării rezistivității electrice, s-a propus înregistrarea cu mare precizie a dilatărilor scoarței în straturile de roci geologice din zonele de falii, în scopul prezicerii unor cutremure sau măcar stări pre-seismice. Rezultate concludente în acest sens au fost obținute de japonezi (1964, seismul de la Nigota) și de jugoslavi, la Skopje, când s-au înregistrat mișcări verticale ale solului cu viteze de 1—5 mm/an. Aceste deformări ale solului se traduc, fără îndoială, prin schimbări de pantă pe care le pot sesiza tiltmetre sensibile amplasate pe sateliți. O deosebită importanță o are supravegherea zonelor seismice oceanice, pe care o pot asigura în cele mai bune condiții doar sateliții dotați corespunzător. Unul dintre proiecte prevede utilizarea unui laser cu emisie în impulsuri la intervale de ordinul picosecundelor, de la un generator de putere de ordinul sutelor de wați. Emisiunea laser de la satelitul geostaționar, plasat deasupra zonelor seismice, va explora mișcările scoarței (eventual ale nivelului apelor mărilor, râurilor, oceanelor), după un program prestabilit, astfel încît diferența dintre timpul scurs între momentul revenirii semnalelor de la un reper fix față de cel al recepționării ecourilor de la punctele explorate (pînă la 100 000 pentru o oră de cercetări), asigură măsurarea nivelelor care pot da indicații preliminare unei catastrofe. Laserul va permite măsurători cu precizii de ordinul milimetrilor, mai ales în regiunea faliilor provocate de cutremure (de exemplu, falia San Andreas din California). Satelitul „detector de cutremure“ cu laser poate deveni operațional în anul 1985, când se apreciază că sistemul laser necesar și dispozitivele de recepție vor ieși din stadiul de experimentări de laborator. Aberațiile provocate de distorsiunile atmosferice vor fi corectate dacă se vor utiliza trei frecvențe diferite pentru fasciculele laser, de această dată de putere mai mare ( $10^{-4}$  J/puls).

## ...ȘI CEL CARE ANUNȚĂ ERUPȚIILE VULCANICE !

Pe Pământ există circa 2 500 de vulcani, dintre care peste 500 sînt încă activi. Pornind de la constatarea că nu se cunosc cazuri de apariție a unor vulcani în regiuni nevulcanice sau cu un vulcanism stins încă din trecutul îndepărtat al planetei, geofizicienii J. Dana, A. van Bemelen și A. Ritmann au demonstrat că formarea unui nou vulcan poate avea loc numai într-o regiune vulcanică. Se consideră — pe drept — că apariția unui vulcan este un fenomen natural foarte rar, consemnat doar în câteva cazuri de știință : în 1538 apariția vulcanului Monte Nuovo de lângă Neapole ; apoi, a fost consemnată de Alexander Humboldt — în anul 1759 —, apariția și erupția vulcanului nou Jorullo (Mexic) ; de asemenea, consemnări referitoare la nașterea vulcanului Izalco (Nicaragua) în anul 1770, care este și în prezent activ. Date excelente există despre apariția în februarie 1943 a vulcanului de cîmpie Paricutin (Mexic) astăzi înalt de 700 m, dar care cu peste două decenii în urmă a impresionat prin coloana de erupție înaltă de... 7 km ! Cea mai nouă „achiziție“ a vulcanologilor se află în Kamciatka unde, în primăvara anului 1976, specialiștii sovietici au prezis apariția vulcanului Tolbacik, care s-a și „născut“ în august 1976, însoțit de fisuri ale scoarței și de câteva cratere secundare.

Principala cauză a erupțiilor vulcanice este cunoscută de mult : existența în profunzimile Terrei a magmei care se află la o temperatură ridicată.

În ce privește originea acestei călduri, explicația științifică a fost dată relativ recent : este vorba de energia degajată de substanțele radioactive conținute de materialele constitutive ale magmei ; se pare că această ipoteză este valabilă și pentru cazul altor planete, iar cercetările privind vulcanismul marțian au confirmat majoritatea prezumțiilor și raționamentelor care însoțesc ipoteza menționată mai sus.

Se pare că în istoria Pământului a existat o perioadă destul de întinsă în care — așa cum arată fotografiile luate din sateliți — majoritatea Terrei era... acoperită de lavă ! Această amplasare gigantică a vulcanismului pe Pământ, cu milioane de ani în urmă, face ca chiar în prezent să fie descoperiți unii vulcani necunoscuți, cum ar fi cazul în Munții Anzi. De altfel, văzuți din Cosmos, vulcanii își trădeză istoria : spre exemplu, o fotografie în infraroșu a vulcanului Etna luată din *Skylab* a permis recunoașterea vîrstei scurgerilor de lavă — cele mai recente apar negre, în timp ce cele mai vechi au culoarea roșie, ca urmare și a fertilității solurilor pe care s-au depus. În timp, s-a petrecut procesul de disociere, eliberîndu-se carbon, fosfor, clorură de potasiu, materiale amoniacale, deci un fel de îngrășămintă naturale, care au permis dezvoltarea unei vegetații abundente.

În prezent se cunoaște că Pământului îi este proprie o formă particulară de vulcanism, provenit din mișcările tectonice ce au la bază mișcarea relativă a celor 12 plăci principale și a numeroaselor plăci secundare, toate acestea „plutind“ pe materia fluidă a astenosferei. Se apreciază, de asemenea, că această mișcare are la origine curenții de convecție din manta. Erupțiile bazaltice au avut loc în lungul faliilor, în special a celor oceanice, deplasînd plăcile unele față de altele și alcătuind adevărate „covoare bazaltice“. Dimensiunile scoarței terestre fiind limitate, și dacă plăcile „cresc“ în anumite puncte, apare un proces de distrugere care ia naștere din zona de întîlnire a două sau mai multe plăci, una căutînd să se afunde sub cealaltă și să coboare în profunzimile mantalei ; de aici rezultă o formă de vulcanism specific terestru : bazaltul care pătrunde în profunzimile mantalei se va transforma în andezită ca urmare a marilor temperaturi și presiuni la care va fi supus. Fluid și fierbinte, acest bazalt topit tinde să se ridice la suprafața Terrei, dînd astfel naștere vulcanilor andezitici...

Particularitățile vulcanilor specifici Terrei au putut fi fundamentate numai în „Era cosmică“, datorită sateliților dotați cu

aparatură specifică, care să detecteze punctele calde ale globului, adică a acelor zone unde există magmă mult mai fierbinte ca în celelalte regiuni ale mantalei. Dotați cu sisteme de canale termografice, sateliți specializați de tip NOAA sau ERTS au realizat „termoharta globului terestru”, care a evidențiat o dublă distribuție a punctelor calde : mai întâi au fost sesizate un mare număr de puncte calde în plină regiune a plăcilor tectonice, în special în centrul masiv al acestora (cu precizare mai ales la placa Pacifică). Ele au revelat un vulcanism de tip general (uzual !), care ar fi apărut chiar dacă scoarța nu ar fi fost divizată în marile plăci... Ca exemplu este vulcanul din Hawai, luat ca tip pentru vulcanismul general — și nu este deloc întâmplător că această tehnică a fost verificată cu ocazia cercetării vulcanismului marțian, care și el este de tip general. Au fost sesizate, tot din satelit, circa 43 de puncte calde situate pe placa africană, în special la nord de lacul Ciad în regiunea Tibetsi, acolo unde se găsește și vulcanul Emi Koussi. Cealaltă categorie de puncte calde au fost relevate în lungul faliilor din scoarța terestră, jalonând în special marea fosă atlantică, care marchează limita occidentală dintre placa eurasiatică și cea africană. Distribuția acestor puncte calde este definitorie pentru evidențierea vulcanismului specific terestru, aducând unele precizări asupra dinamicii plăcilor, dinamică evidentă pe unele clișee ; spre exemplu, cele luate deasupra Golfului Aden evidențiază mișcările relative ale celor două continente vecine. Aparatura care dotează sateliții geodezici permite evidențierea deplasării continentelor cu aceeași precizie cu care sînt localizate punctele calde menționate.

În ce privește tehnica obținerii „imaginii calde a Terrei”, este cunoscut că aparatele de tip actinometru explorează prin baleiere direct din Cosmos suprafața terestră, cu ajutorul razelor infraroșii, avînd lungimi de undă mari ; radiațiile captate de la scoarța terestră sînt îndreptate, cu ajutorul unui sistem optic, spre un senzor care le convertește în

variații ale unui parametru de bază al impulsurilor trimise către antenele parabolice terestre. Reconstituite cu o densitate de peste 60 de linii pe milimetru, termomagiunile transmise de „satelitul de detectare a subsolului fierbinte” permit cercetarea de zone cu o detaliere pînă la 1 km<sup>2</sup>, chiar dacă satelitul evoluează la circa 1500 km altitudine.

De fapt, totul a pornit de la necesitatea de a fi explicate corect unele anomalii privind imaginea în infraroșu a scoarței terestre ; spre exemplu, lavele din California și din Nevada au prezentat o reflectivitate mai ridicată în banda infraroșie a spectrului (0,98—2,6 μm), față de cazuri similare înregistrate în zonele vulcanice din Europa. Cum această reflectivitate ridicată este prezentată doar de oxizii de fier (în banda respectivă), se pare că la complexitatea fizică a clasificării tipurilor de erupții vulcanice trebuie adăugată și o complexitate de natură chimică...

Tot sateliții au descoperit unele particularități ale bordurilor plăcilor tectonice ; spre exemplu, marea placă eurasiatică are o margine spre vest — marea fosă atlantică — și una spre est, în China, care este sfărîmată în mai multe bucăți ; în schimb, spre sud, așa cum au putut demonstra doar înregistrările din satelit, placa respectivă încetează de a mai fi un bloc chiar la nivelul Masivului Central, pe cînd placa africană nu depășește în nici un caz blocul munților Atlas. Între aceste două mari plăci tectonice, ca urmare a eforturilor de compresiune, se „nasc” aproape mereu fragmente. Cercetate de sateliții destinați observațiilor de gravimetrie, asemenea regiuni „anunță”, de regulă, un vulcanism potențial. Principiul este următorul : satelitul decelează anomaliiile de gravitație, chiar cu intensități foarte mici, iar acestea apar fie acolo unde sînt fose oceanice (anomalii de gravitație negative), fie în regiunile unde apar la suprafața mantalei mase mai reci și deci mai dense, ca urmare a scufundării unor plăci sau fragmente de plăci, deci



o anomalie de gravitație pozitivă. Folosind înregistrările de mare precizie ale variațiilor parametrilor orbitei unui satelit geodezic, cu ajutorul laserului, asemenea anomalii sînt perfect detectabile, deci relieful fundului oceanului, inclusiv vulcanii submarini capătă o bună localizare. Este cazul sateliților de tip *LAGEOS* care pot măsura, cu precizii pînă la ordinul centimetrilor, mișcări ale crustei (scoarței) terestre, prin interpretarea datelor asupra timpului necesar unei raze laser să parcurgă traseul dintre două stații terestre (emisie, respectiv recepție), reflectarea acesteia fiind realizată de satelit la fiecare survolare a zonei cercetate.

Pornind de la tehnica folosită pentru descoperirea marilor neregularități ale cîmpului magnetic lunar, au fost studiate „fosele magnetice” de sub scoarța Pămîntului. Asocierea anomaliilor de gravitație cu poziționarea „camerelor magnetice” subterane, urmărirea schimbărilor lor în timp și găsirea unor modele permițînd reconstituirea marilor erupții vulcanice din trecut, constituie o sarcină aproape imposibil de soluționat fără obținerea de informații via satelit, mai ales că aparatura montată pe aceștia este singura capabilă să informeze cum se prezintă adîncimile de unde au pornit exploziile vulcanice din 1825 (Tomborin) și 1883 (Krakatoa), așa-numitele „rădăcini” ale vulcanilor...

Sateliții sînt în măsură să înregistreze succesiunile erupțiilor aceluiși vulcan, situate la diferențe de un număr foarte mare de ani, prin măsurătorile parametrilor de reflectivitate ale straturilor diferite de lavă vulcanică. Mai mult, „istoria interioară” a unui vulcan este extrem de importantă pentru stabilirea gradului de reactivare, iar un exemplu îl constituie recenta descoperire pe fotografiile de teledetecție prin satelit a craterului circular de 40 km<sup>2</sup> de pe flancul oriental al vulcanului Etna, căldare numită „Vale del Bove” și a cărei origine este fie de natură magmatică, fie ca urmare a unei explozii a vulcanului în urmă cu milioane de ani, acesta avînd — poate — un alt con de erupție... Desigur, în afara unor prețioase infor-

mații privind evoluția vulcanilor, asemenea date pot permite stabilirea zonelor care constituie canale posibile pentru noi erupții, în cazul reactivării unor regiuni cu vulcanism potențial.

Înregistrările directe ale anomaliilor gravitaționale de către aparatura instalată pe sateliți este îngreunată de faptul că atmosfera terestră constituie un puternic factor perturbator al deplasării satelitului pe orbită; chiar folosind micromotoare destinate compensării rezistenței aerodinamice, soluția nu este perfectă; ca urmare, a trebuit să fie ridicată orbita satelitului și să se treacă la înregistrarea gradientului forței de gravitație (apreciindu-se forța care obligă un satelit asimetric, dar stabilizat gravitațional, să se orienteze în raport cu Pămîntul).

Prevederea iminenței unei activități vulcanice la scară locală este, în final, o problemă de observare sistematică și extrem de precisă a terenului, pentru descoperirea semnelor prevestitoare ale erupției. Este, credem, edificatoare activitatea condusă de vulcanologul italian prof. Cassinis care, folosind fotografii succesive de la satelitul de teledetecție *Landsat-1* asupra vulcanului Etna, a alcătuit aproape complet o hartă sistematică a fracturilor vulcanului și ale altor repere cu dimensiunea caracteristică cuprinsă între 100 și 200 metri; la aceste date el a adăugat și informații asupra modificărilor în structura chimică a solului și asupra vegetației, obținute de la același satelit, toate ducînd în final la obținerea de indicii marcante privind reactivarea vulcanului. De asemenea, pornind de la observația generală că oricare vulcan anunță, de regulă, începerea unei activități printr-o „umflare” a dimensiunilor sale, s-a propus ca deasupra zonelor vulcanice cunoscute să fie plasați sateliți geostaționari de detecție și urmărire permanentă a activității interioare în zonele respective, folosindu-se măsurători cu laser, la intervale bine stabilite și cu precizii de ordinul chiar al milimetrelor!

Se prevede, de asemenea, asocierea măsurătorilor și înregistrărilor specifice zonelor vulcanice, cu cele ale seismicității în respectivele regiuni: mișcări seismice au precedat erupțiile vulcanilor Fuego (Guatemala), Katmai (Islanda, 1912), Soufrière, Mont Pelée etc. Există așa-numitele „contoare de trepidații” cu înregistrare și transmitere simultană a vibrațiilor scoarței, cu o capacitate până la 40 de milioane de biți zilnic (!) și care pot fi „interogate” de sateliți având aparate adecvate la bord. De fapt, nu este cazul să se lanseze încă sateliți specializați, deoarece actualii *Landsat* sînt perfect adaptabili, necesitînd montarea unor captatori specializați (cu retranslatoarele respective) care și ei se află în stadiul de perfecționare. Se pare că datele de la un asemenea contor de trepidații devin apte pentru darea unei alerte de îndată ce în decursul a 1,2 secunde au fost înregistrate 100 de semnale, după ce — în prealabil — a existat o pauză totală de vibrații de circa 15 secunde. După o comprimare în frecvență asigurată în sistem clasic, contorul va face zilnic „confidențe” satelitului *Landsat* cu un rezumat de numai 128 biți, cuprinzînd datele cele mai semnificative, destinate a fi apoi transmise pe sol și memorate pentru eventualele cercetări ulterioare, de rutină.

Modificările de scoarță — umflările caracteristice anterioare erupției — pot fi detectate cu ajutorul clinometrelor, care sesizează schimbările de pantă prin care se traduc în final amintitele umflături. Explorarea acestor clinometre, mai precis a datelor obținute de la ele, se poate efectua într-un sistem foarte asemănător tehnicilor descrise deja mai sus.

Se apreciază că magnetometrele pot furniza și ele indicații privind apropierea unei erupții, în special prin amplificarea zgomotului de fond electromagnetic cu frecvențe foarte scăzute (dincolo de 0,1 Hz), cum a și fost cazul timp de trei săptămîni înainte de erupția vulcanului Kilauea. Se pare că ar putea fi dată o explicație dacă am asemăna trecerea magmei fierbinți

prin cîmpul magnetic terestru cu mișcarea unui conductor într-un cîmp magnetic, ceea ce conduce totdeauna la apariția unui curent indus.

★

Este de presupus că în viitorul apropiat, cînd nici un mijloc de prevedere a unor calamități naturale nu va fi neglijat, vor exista stații relativ dese în zonele vulcanice, dotate cu clinometre, magnetometre etc., interogate periodic de sateliți dotați cu tot ceea ce este necesar pentru ca stațiile terestre de alarmă să asigure acțiuni operative, iar vulcanologia va putea deveni o știință cu fundamente și mijloace de investigare dintre cele mai avansate.

#### CLIMA TERREI DIRIJATĂ DIN SPAȚIU ?

Pînă la sfîrșitul mileniului, populația globului va depăși 6,1 miliarde de oameni, dacă se menține actuala proporție de creștere; pentru a asigura condiții normale de adăpostire și supraviețuire a locatarilor săi — omul, fauna și flora — Terra trebuie să posede suficientă lumină, căldură și aer, într-un cadru climatic propice vieții. Măsurători și înregistrări sistematice asupra variațiilor temperaturii la nivelul solului au fost făcute abia în ultimul secol, iar acestea atestă că începînd de la sfîrșitul sec. al XIX-lea temperatura medie anuală din emisfera nordică a crescut continuu, atîngînd prin anii '30—'40 valoarea maximă corespunzătoare la o creștere de 0,5°C. A urmat o perioadă de scădere a temperaturii, în cadrul căreia ne aflăm și în prezent, valoarea medie a descreșterii fiind de 0,3°C.

Schimbările climei se explică prin variațiile cantității de radiație solară care pătrunde în troposferă (partea inferioară a atmosferei), variații care sînt ele însele determinate de gradul de transparență a stratosferei (pătură superioară a atmosferei terestre). Aceasta conține particule de impurități, praf provenit din erupțiile vulcanice sau din activități industriale terestre etc., al căror efect în ansamblu constă în absorbția și dispersia razelor solare. De exemplu, absența erupțiilor vulcanice în perioada 1920—1930 s-a tradus printr-o claritate mai bună a atmosferei, cu repercusiune directă asupra climei. Contribuția umanității la poluarea atmosferei prin activitățile industriale etc. se traduce prin ridicarea temperaturii de la suprafața globului: la o dublare a cantității de dioxid de carbon conținut în atmosferă — ceea ce se poate întîmpla în cîteva zeci de ani — temperatura aerului poate să crească chiar cu 2—3 grade Celsius.

Creșterea producției de energie este un alt factor favorizant pentru modificarea climatului, iar rata de creștere de 6% este foarte importantă, deoarece excesul de energie și chiar producerea acesteia se traduce într-o cantitate tot mai mare de căldură disipată în atmosferă, ceea ce face ca în regiunile din apropierea marilor aglomerări urbane sau a zonelor puternic industrializate să fie înregistrate condiții meteorologice schimbate față de regiunile învecinate. Dezvoltarea sistemelor energetice, deși limitată prin condițiile proprii planetei noastre, este în creștere continuă, ceea ce specialiștii apreciază că va conduce implicit la o supraîncălzire a atmosferei, iar consecințele nu sînt deloc favorabile. Spre exemplu, micșorarea calotei polare arctice conduce la o creștere a cantității de apă a oceanului planctar, care la rîndul ei acumulează mai multă căldură solară; acest proces poate determina schimbarea curenților reci arctici, prima repercusiune a procesului fiind modificarea repartiției precipitațiilor pe continente. Se pune întrebarea: cum se explică faptul că în condițiile unei creșteri continue a conținutului de  $\text{CO}_2$  din atmosferă există o scădere globală a temperaturii

în loc de o încălzire care ar părea logică? Răspunsul trebuie căutat în analiza procesului antagonic provocat în atmosferă de existența în paralel a dioxidului de carbon, dar și a prafului rezultat din activitățile industriale etc., ultimul determinînd scăderea temperaturii cu  $0,5^\circ\text{C}$  în timp ce  $\text{CO}_2$  a provocat doar creșteri de  $0,2$ — $0,3^\circ\text{C}$ , diferența fiind tocmai scăderea temperaturii globale din emisfera nordică cu  $0,2$ — $0,3^\circ\text{C}$  de care aminteam...

Deși ar părea că o atît de mică creștere a temperaturii medii poate fi neglijată, trebuie arătat că ultima încălzire din perioada 1890—1940 (cu  $0,5^\circ\text{C}$ ), a condus la diminuarea ghețurilor Arcticii cu 10%, grosimea scăzînd cu aproape 25%.

Un rol deosebit în aprecierea variațiilor climatice și a prevederii timpului revine tehnicii spațiale, considerată ca principal mijloc pentru acumularea în timp scurt a unui volum imens de date la scară planetară, în vederea explicării și chiar a dirijării unora din „mecanismele” încă incomplet elucidate și care determină variația vremii și a climei. Există deja trăsăturile definitorii ale metodei de observații la scară planetară care au în vedere, în afara utilizării procedeele clasice de observare, recurgerea la sateliții meteorologici și la baloane-sondă, radio-sonde marine și stații meteorologice terestre — puse în legătură cu sateliții, precum și lansarea de observatoare spațiale cu echipaje specializate, inclusiv construirea unui observator automatizat pe Lună, destinat urmării proceselor pe Terra.

Aceste procese și procedee sînt cuprinse în ceea ce numim meteorologie spațială — obținerea de informații meteo asupra distribuției păturii noroase cu ajutorul meteosateliților — care se bazează pe recepția fotografiilor în vizibil și infraroșu și prin măsurarea radiațiilor emise de Pămînt; la acestea se adaugă studiul straturilor superioare ale atmosferei, al radiațiilor solare etc.

Sateliții specializați au făcut posibilă, pentru prima dată în istoria meteorologiei, determinarea caracterului circulației atmosferice și a altor componente ale atmosferei, asigurînd reunirea

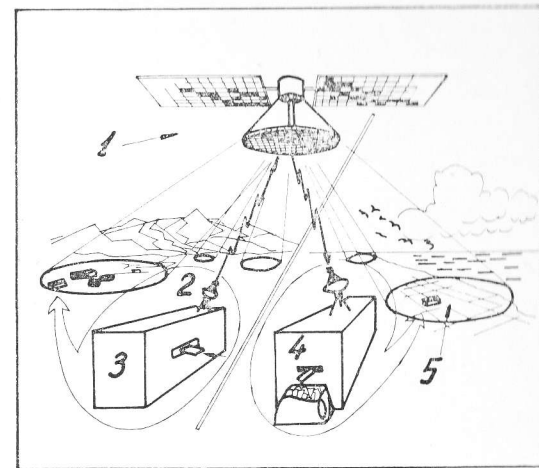


datelor la scară planetară, descoperirea unor fenomene noi, cum ar fi regiunile cu nori în spirală direct legate de furtunile tropicale, sistemele de nori celulari cu diametrul pînă la 100 km, sistemele de nori frontali, marea scară a „activității celulare” a mișcărilor atmosferice etc., permițînd descoperirea taifunurilor, stabilirea hărților nebulozității continentale pentru intervale mari de timp, stabilirea unor legități privind variațiile păturii noroase planetare, schimburile energetice între ocean și atmosferă, repartiții ale curenților aerieni (curenții „jet-stream” stratosferici), indicații asupra circulației verticale, luminozitatea păturilor noroase (cu nori de furtună) etc.

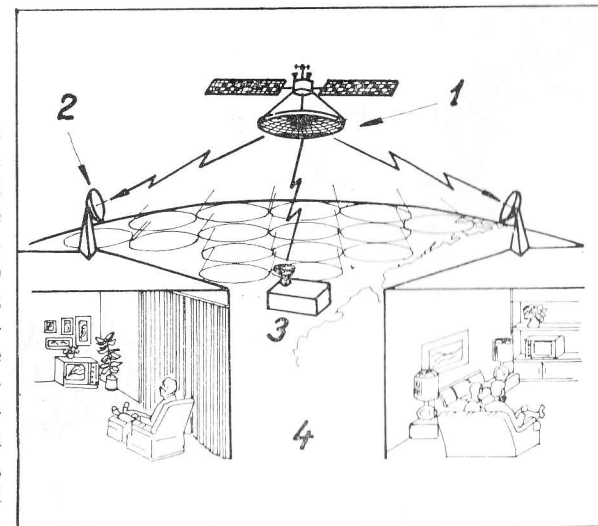
Meteorologia spațială a permis ca astăzi să existe un volum imens de informații asupra distribuției păturii de nori, în continuă modificare, la care se poate aplica tratarea statistică spre a se obține legile climatologiei; un model în acest sens prevede prelucrarea în laborator a miilor de fotografii TV ale păturii noroase luate din satelit, fotografiile respective fiind împărțite în 250 000 de zone caracteristice (se stabilește o tablă numerică de  $500 \times 500$ ) ale cărei valori caracterizează iluminarea zonelor amintite, totul tratîndu-se prin analiză de calculator electronic. Cercetarea atentă a gradului de luminozitate a norilor permite o diferențiere corectă a acestora, iar folosirea analizei spectroscopice diferențiale a polilor nebulozității asigură identificarea „undelor” atmosferice cele mai importante, determinante pentru diferitele structuri de pături noroase. La analiza imaginilor TV ale nebulozității, eficientă ziua, s-a adăugat recepția imaginilor în IR noaptea, obținîndu-se nu numai imagini, dar și repartitia distribuțiilor valorilor absolute ale radiațiilor și altitudinile limitei superioare a norilor. Structura fină a cîmpului de radiații infraroșii emise de suprafața Terrei a permis trasarea repartiției temperaturii la suprafața planetei, la diferite altitudini, ceea ce a condus la posibilitatea calculării valorii gradientului vertical al temperaturii (circa 6 grade/km).

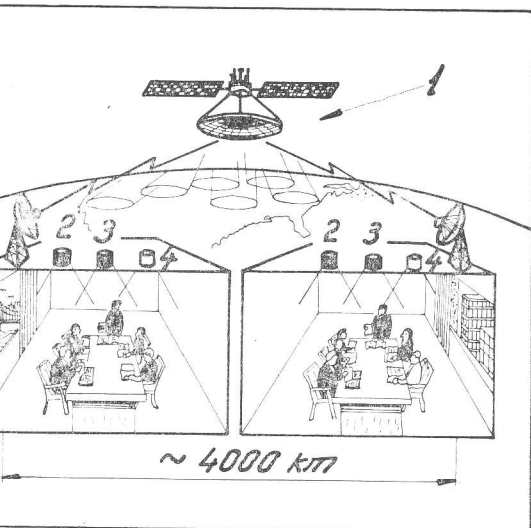
Astfel, de la primele încercări de a realiza o imagine la scară globală a stării atmosferei, inițiate în anii '60—'61, și pînă în

Satelit destinat transiterii electronice a poștei. 1 — Satelit geostaționar de 3 tone avînd antenă cu diametrul de 45 m; 2 — Antene parabolice de recepție; 3 — Lectorul de informații tipărite; 4 — Imprimatorul și dispozitivul de ambalare; 5 — Oficiile poștale aservite (în total 1000 oficii, beneficiind de maximum 10 miliarde de pagini zilnic).



Telesatelit pentru televiziune la scară planetară. 1 — Satelit sincron de 6 tone avînd antena cu diametrul de 16,5 m și o putere de emisie de 50 kW. În 1990 ar urma să retransmită 512 canale de TV color pe o suprafață egală cu cea a S.U.A.; 2 — Antena de recepție a abonatului, cu diametrul de 11 m, care are la dispoziție 33 de canale; 3 — Studioul de emisie TV; 4 — Stațiile locale: antene cu diametrul de 3 m și putere de 10 W (pentru un canal), sau antenă cu diametrul de 3 m și putere de 1 kW (pentru 10 canale).



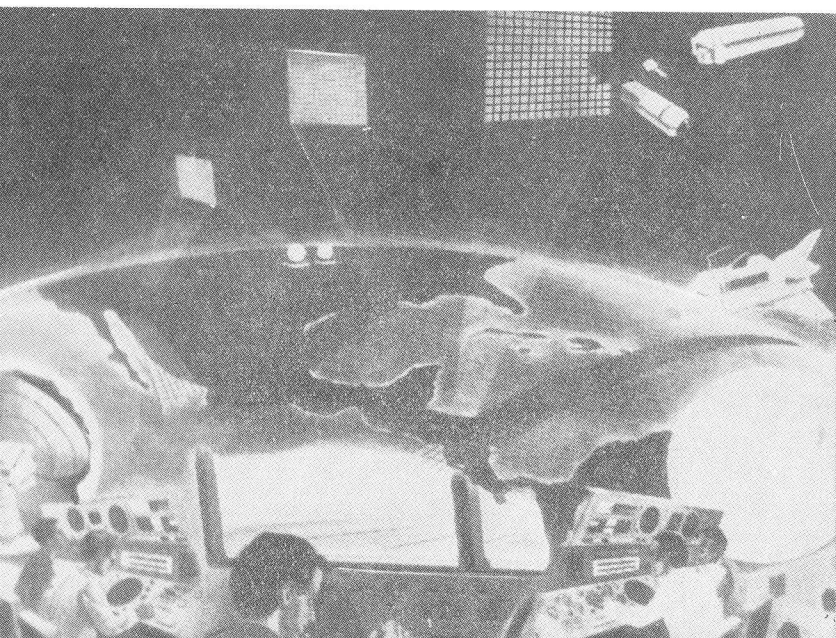


Satelit de comunicații destinat transmiterii prin holografie spațială a conferințelor de presă și a diferitelor manifestări științifice, culturale etc. Poate asigura, după 1995, transmiterea a 1000 conferințe simultane în TV color, tridimensional și cu sunet stereofonic, 1 — Satelit pe orbită sincronă, avînd antena cu diametrul de 17 m (100 fascicule dirijate la o putere de 75 kW și o greutate de 7 tone); 2 — Proiector TV; 3 — Camera de luat vederi TV; 4 — Laser.

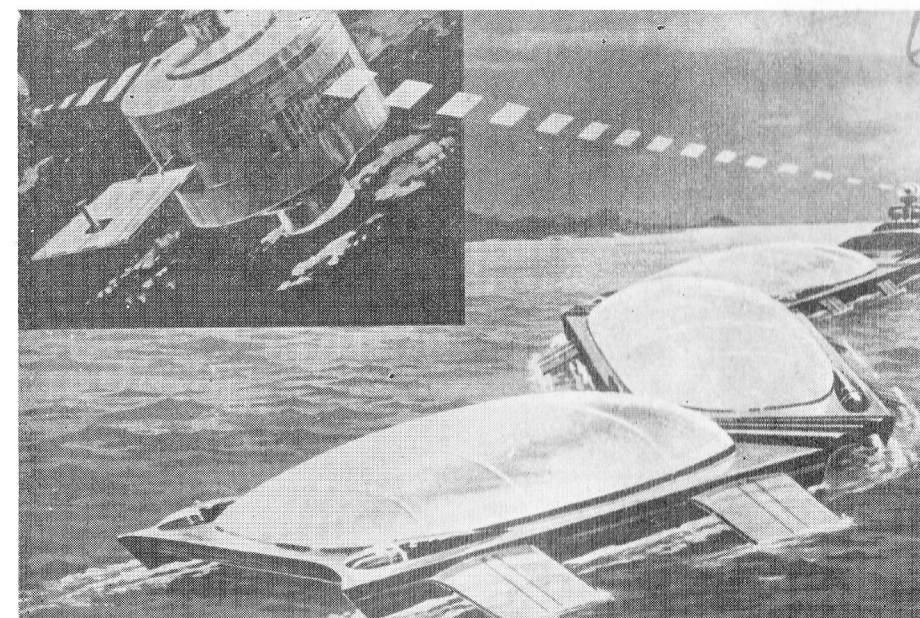


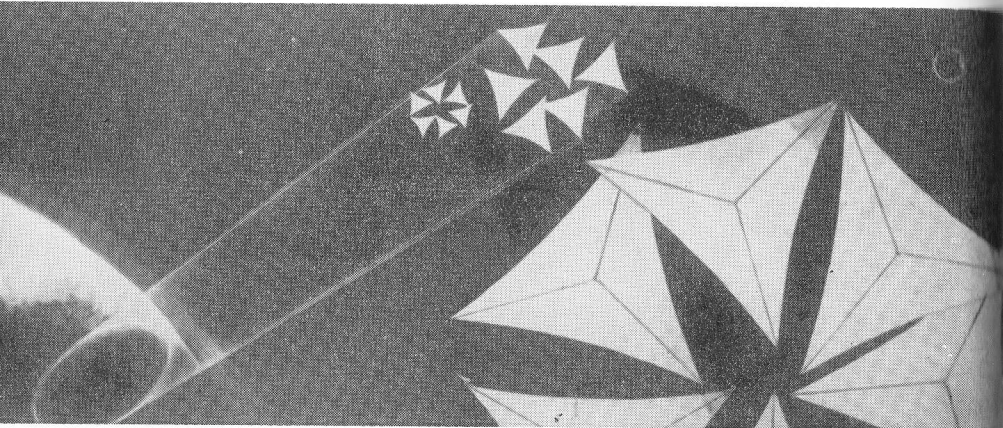
Concepția folosirii sateliților lansați cu ajutorul navetei spațiale, desfășurați pe orbite geostaționare, avînd rolul de a asigura funcționarea unor colectoare de date la un calculator-coordonator destinat asigurării de servicii pe scară largă.

Satelit pentru asigurarea controlului prin radar a navigației aeriene la scară națională.



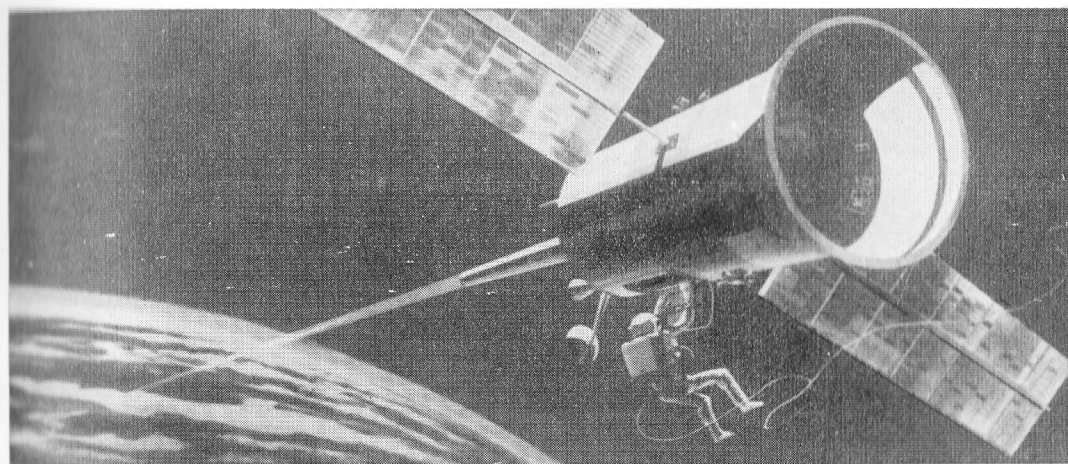
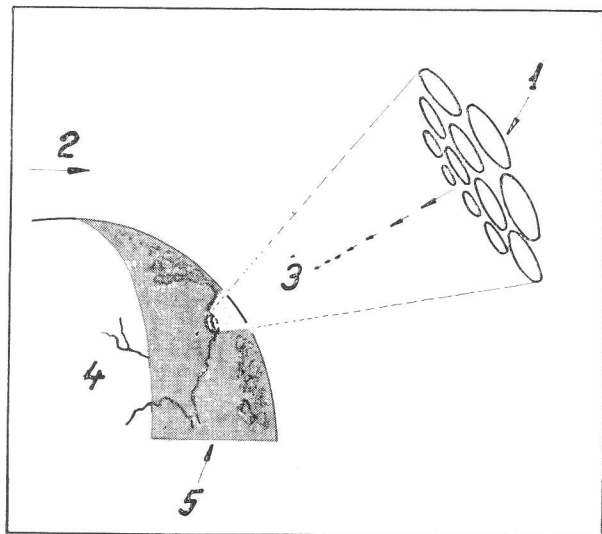
Telesatelit destinat dirijării navelor fluviale și maritime în orice condiții meteo.





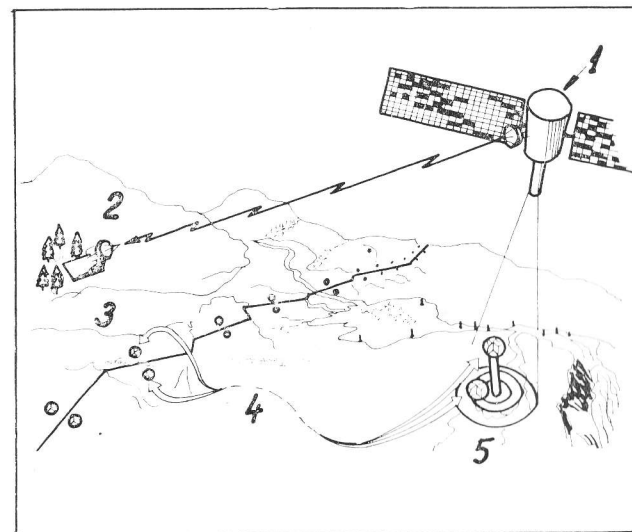
Schema funcțională și de impresie artistică a unui proiect de satelit destinat realizării unui tip de soare artificial destinat iluminărilor pe timp de noapte a unor zone limitate ale globului.

1 — Grup de 12 oglinzi din folii de plastic, fiecare avînd diametrul de 300 m, instalate pe orbită geostaționară ; 2 — Direcția razelor solare ; 3 — Raze solare reflectate de grupul de oglinzi luminează o zonă cu diametrul de 350 km, avînd intensitatea luminoasă egală cu de 10 ori cea a fazei de lună plină ; 4 — Zonă cu zi ; 5 — Zonă de noapte.

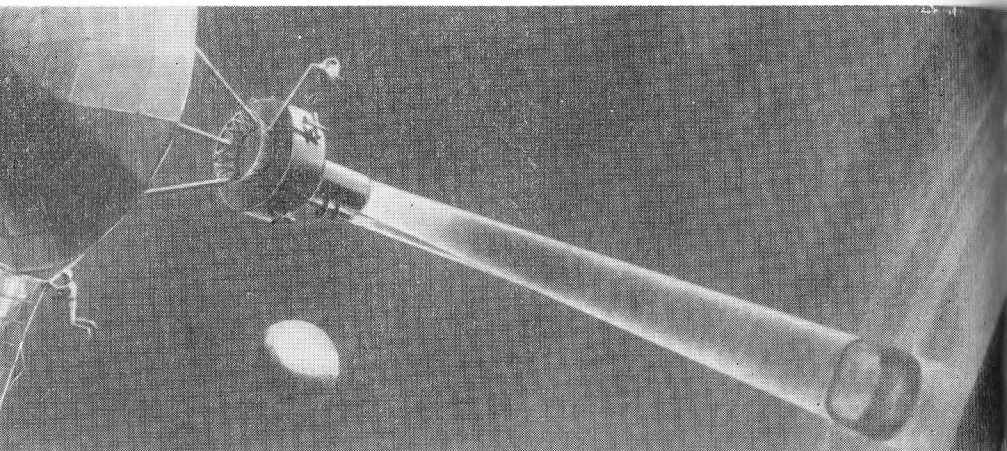


Schema funcționării și de proiect a unui satelit destinat detectării stărilor preseismice cu ajutorul aparaturii laser.

1 — Satelit de 0,4 t, pe orbită geostaționară, avînd laser cu perioada pulsației de 1 ps ; 2 — Stație recepție-interpretare a datelor ; 3 — Reflectoare (diametru 10 cm) plasate pe falii și ape, capabile să înregistreze deplasări de ordinul milimetrilor ; 4 — Releul spre stația terestră de emisie ; 5 — Stația de emisie care transmite satelitului datele culese de reflectoarele 3.

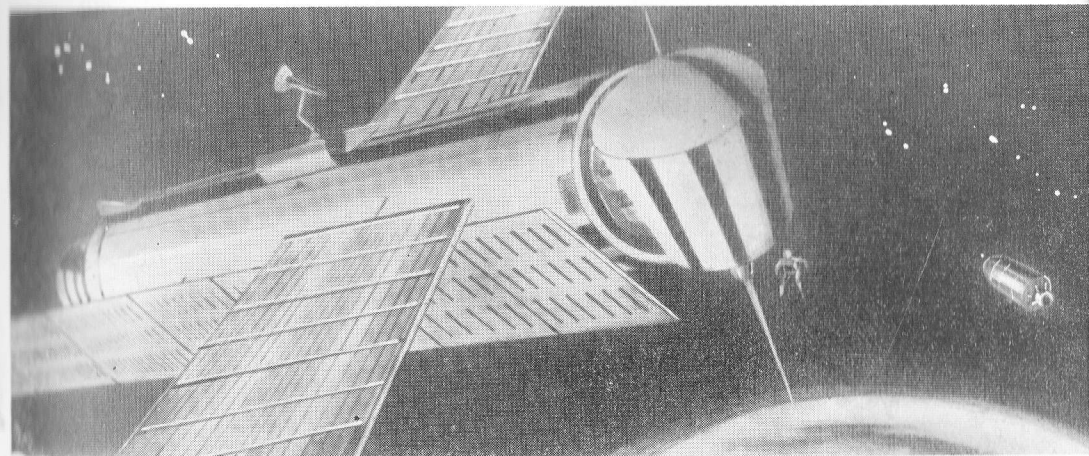
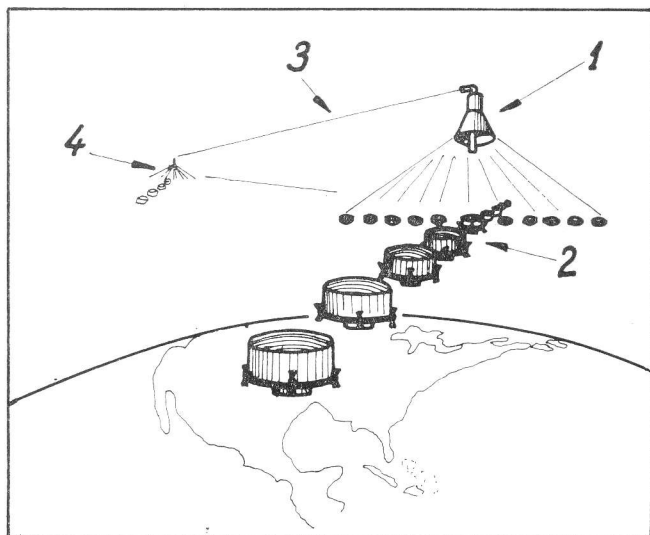






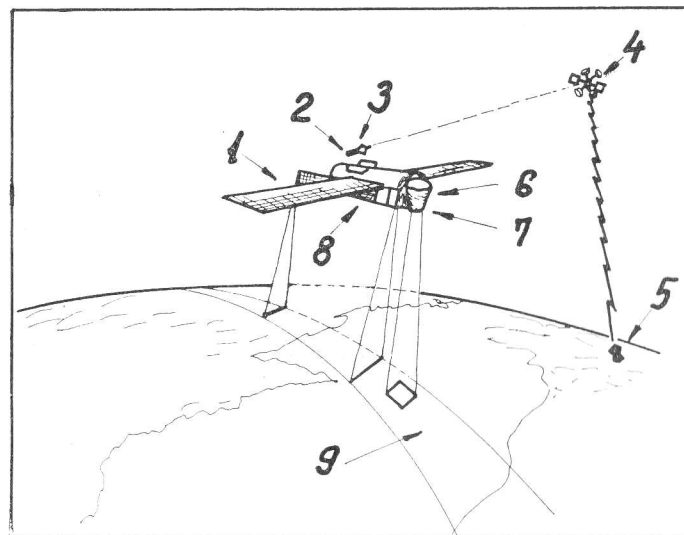
Proiectul celor patru sateliți pe orbite polare, destinați explorării profilurilor temperaturii atmosferei înalte.

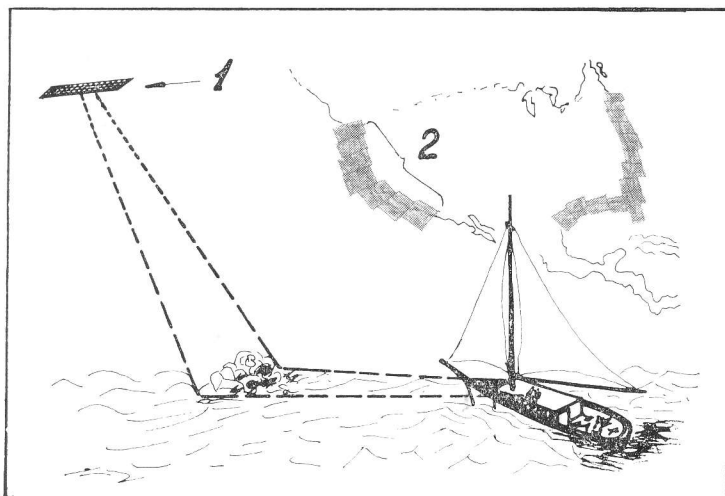
Supertelescopul orbital în greutate de 18 tone, format din ansamblul a 21 de oglinzi plasate pe o orbită circulară (la 550 km), și între care se stabilesc legături laser. 1 — Stație de comandă și control, plasată la circa 2000 m deasupra oglinzilor ; 2 — Grupul de 21 oglinzi, fiecare cu diametrul de 2 m, se extinde pe o zonă de 240 m ; 3 — Legătura laser ; 4 — Al doilea grup de oglinzi, tot la altitudinea de 550 km, dar depărtat la 200 km.



Schema dispunerii și organizarea propusă pe orbită a unui satelit de tele-dectecție de tip Landsat, dotat cu mijloace laser pentru explorarea suprafeței planetei.

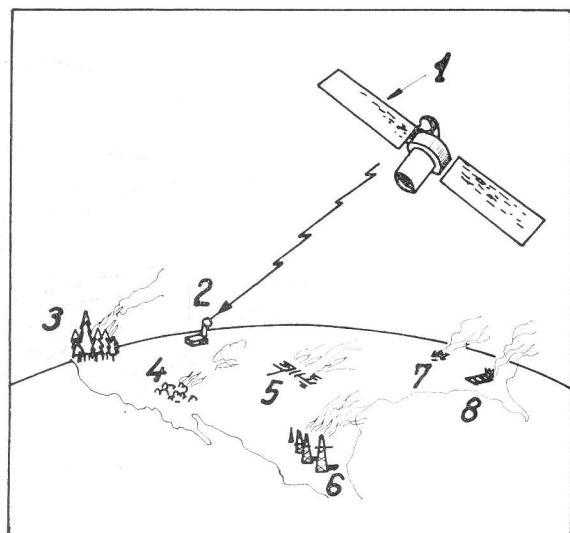
1 — Satelit de 14 tone, pe orbită joasă, dotat cu detectoare radar, optice și în infraroșu ; 2 — Laser ; 3 — Antenă ; 4 — Satelit-releu ; 5 — Stație terestră de recepție ; 6 — Telescop optic ; 7 — Laser ; 8 — Antenă radar ; 9 — Suprafață explorată.





Satelit dotat cu radar de tip pasiv, destinat în viitor urmării navigației costiere și prevenirii coliziunilor între ambarcațiuni. 1 — Satelit geostaționar cu antena de emisie de  $300 \times 3000$  m și o putere de 3 MW (!) ; 2 — Suprafața „acoperită” de o pereche de sateliți geostaționari,  $3600 \times 360$  km.

Satelit destinat în viitorul apropiat detectării rapide și anunțării apariției de incendii în păduri, zone petroliere sau industriale. 1 — Satelit de 10 tone, pe orbită geostaționară, dotat cu telescop de 3 m în infraroșu ; 2 — Centru de descoperire a focului ; 3—8— Incendii (pădure, cîmpie, preerie, surse de petrol, oraș, industrie).



prezent cînd mijloacele tehnicii pot interveni activ în mersul vremii, s-au efectuat pași uriași. Unul dintre ei l-a constituit lansarea de meteosateți pe orbite polare joase, heliosincrone, cum ar fi *Tiros*, *Nimbus*, *ESSA* ; din anul 1977 s-a trecut la un program mai pretențios, satelitul *METEOSAT* fiind plasat pe o orbită geostaționară. De fapt, programul *METEOSAT* prevede ca satelitul cu același nume (lansat și stabilizat deasupra ecuatorului, la intersecția cu meridianul  $0^\circ$  de la Greenwich) să aibă o misiune dublă, de colectare și difuzare a informațiilor, schema de organizare a programului incluzînd stații meteo automate și centru de prelucrare automată, pe de o parte, iar pe de altă parte, stații de recepție prin care se vor primi, în diferite puncte ale unui continent (în acest caz Europa), rezultatele acestor observații materializate prin hărți, grafice, fotografii etc. Dacă *METEOSAT* cuprinde continentele african, european și o bună parte din Oceanul Atlantic, se apreciază că pînă la sfîrșitul deceniului un ansamblu de cinci asemenea sateliți geostaționari să asigure cu informații meteo o regiune cuprinsă între paralelele  $50^\circ$  Nord și  $50^\circ$  Sud ; echiparea lor cu echipamente specializate va permite obținerea de informații asupra profilurilor verticale ale parametrilor atmosferici asupra temperaturii la nivelul mării, solului și vîrfurilor norilor, asupra vînturilor după deplasarea norilor, asupra bilanțului radiativ etc. etc. În cadrul Organizației Veghea Meteorologică Mondială au fost inițiate programe de maximă importanță, dintre care menționăm : programul *GARP* — program de cercetare globală a atmosferei —, programul *VIGIE* demarat de organismul O.N.U. pentru protecția mediului, planul *OMM* de studiere a ciclonilor tropicali și a efectelor acestora, programul agrometeorologic de ajutorare a producției alimentare, programul *SAHEL* etc.

Aceste programe, în cadrul cărora sistemul de sateliți meteorologici are un rol preponderent, asigură loturile de date privind variațiile în timp și spațiu a componentilor atmosferici, necesare pentru modelele matematice ale circulației generale a atmosferei și integrarea lor în timp, pe intervale mai lungi ;

desigur, ecuațiile aferente acestor modele nu pot fi integrate dacă sistemul nu este din punct de vedere energetic închis.

Datele acumulate pînă în prezent de către meteorologia spațială par să indice că locuitorii emisferei nordice vor cunoaște, peste mai multe zeci de ani (poate chiar sute !), o nouă perioadă glaciară asemănătoare celor anterioare, produse cu zeci de mii de ani în urmă (glaciația post-würmiană între anii 23000 și 16000 î.e.n. și glaciația dintre anii 14000 și 9000 î.e.n.) ; față de această situație potențială, umanității secolului nostru îi revin sarcini de mare importanță, printre care conservarea solurilor și ameliorarea randamentului prin perfecționarea tehnicilor culturilor și utilizarea de soiuri ameliorate și rezistente, adaptate unor perioade de vegetație mai scurte. Ca urmare savanții au abordat deja una dintre cele mai de seamă transformări la nivel planetar : posibilitatea controlării și modificării timpului pe regiuni întinse, în cadrul căreia uraganele, inundațiile, seceta persistentă, poluarea mediului vor găsi soluționări de înlăturare sau reducere. Pentru început s-a pus problema acționării asupra mișcării aerului, asupra schimbărilor de temperatură și asupra transformării umidității din atmosferă ; o briză calmă poate, în condițiile de la tropice, să evolueze în curs de cîteva zile, astfel încît să se transforme într-un uragan ucigător, iar într-o singură zi, o mică depresiune poate deveni un violent ciclon. Ca urmare, timpul poate fi sensibil la schimbări prin intervenții mici, pe care omul, înarmat cu mijloace adecvate, le va putea efectua, exercitînd astfel un control considerabil asupra evoluției unor zone atmosferice relativ întinse.

Intervenția omului la realizarea unui program de lucru la bordul unui laborator științific orbital prezintă numeroase avantaje, printre care alegerea celor mai importante obiecte/fenomene meteorologice de studiat și urmărit, controlul aparaturii, transmiterea de informații operaționale și absolut necesare, selectarea datelor utile, efectuarea de observații „vizuale“, analize locale cu transmiterea operativă și directă de informații etc.

Prin extindere, existența unui observator internațional meteorologic pe Lună pentru studierea proceselor din atmosfera Terrei, la o scară mult mai importantă decît de pe o orbită circumterestră, ar fi avantajată de lipsa atmosferei lunare, ceea ce va permite măsurători asupra radiațiilor solare, de importanță majoră pentru rezolvarea problematicii „Soare—climă“. În afară de aceasta, aparatele situate în acest observator vor putea măsura fluxul radiațiilor emise de Pămînt, iar întrucît Luna are totdeauna aceeași față întoarsă spre Pămînt, un singur observator va fi suficient pentru supravegherea întregii atmosfere terestre, pe măsură ce globul nostru se rotește în jurul axei sale...

Beneficiind de asemenea programe și utilaje spațiale, pînă la nivelul stațiilor orbitale locuite și al unui observator, mai întîi automat, instalat pe Lună, umanitatea anilor următori va putea pune în aplicare mijloace eficiente de intervenție asupra climei. Să încercăm prezentarea unora din proiectele astăzi cu caracter de anticipație, dar care mîine vor fi, poate, operaționale...

Pornind de la informațiile recepționate de la meteosateliți asupra formării și evoluției uraganelor tropicale, specialiștii au propus găsirea și experimentarea mijloacelor ca uraganele să se autodistrugă : se pornește de la adîncirea diferențelor de temperatură dintre centrul și exteriorul furtunii prin diminuarea gradientului de presiune. Modelele matematice puse la punct utilizînd informațiile de la sateliți au arătat că oprind evaporarea din interiorul uraganului i se poate reduce intensitatea cu mai mult de 50% în numai 24 de ore. Ca mijloace concrete s-au propus : acoperirea apei de la suprafața oceanului cu o peliculă aderentă ; răcirea apei pe traiectul de deplasare al furtunii, marcat de sateliți, prin aducerea remorcată a unor aisberguri, răspîndirea de anhidridă carbonică sau dioxid de carbon solidificat în „ochiul“ sau în norii „peretilor ochiului“ uraganului, pentru răcirea aerului din centrul furtunii. Primele rezultate obținute prin injectarea de iodură de argint drept nuclee de înghețare în interiorul furtunilor *Esther* și *Debie* (1961 și respectiv



1969) au condus în final la reducerea intensității uraganului cu 30%. Controlul radar, din satelit, al acestor operații va fi edificator în curînd.

Există opinii conform cărora, într-un viitor relativ apropiat, se vor putea folosi tehnicile spațiale, în combinație cu lasere puternice, pentru „diagnosticarea” continuă a atmosferei, în vederea localizării și chiar a unei „lupte” cu taifunurile !...

Unul din proiecte prevede lansarea pe orbite polare, la altitudini de 1 000—1 200 km, a unor grupe de cîte patru sateliți de cercetări atmosferice, fiecare în greutate de circa 2 tone, avînd în dotare lasere cu emisie în pulsuri de ordinul picosecundelor, capabile să efectueze măsurători foarte precise, folosind puteri de circa 5 kW. Generatoarele de fascicule laser, pe lungimi de undă centimetrice, vor proiecta fascicule de lumină coerentă care vor fi absorbite diferențiat de constituenții atmosferici ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  etc.), iar reflectările vor fi captate de antene pentru microunde cu deschiderile de ordinul a zece metri, montate ca niște uriașe umbrele pe sateliți specializați.

Destinat a deveni operațional către anul 1990, acest sistem se pare că va permite explorări precise ale unor zone ale atmosferei înalte, într-un fel de „coloane” înalte de ordinul kilometrilor și cu diametre de circa 100 m, ceea ce este apreciat ca suficient pentru detectările de zone intens poluate, mai ales datorită activităților industriale...

Desigur, nu se fac doar programe pretențioase, solicitînd sateliți ultraperfecționați și dotați cu telescoape, lasere, interferometre etc., ci și lansarea de simple reflectoare pe orbită, evident de mari dimensiuni, dar solicitînd prelucrări tehnologice medii. Realizate cu folii aluminizate și susținute de structuri metalice cu arii întinse, asemenea construcții vor realiza reflectori de greutate redusă și suprafață mare. Prin cuplarea a două asemenea membrane de formă curbă, dintre care una metalizată, se va putea obține o lentilă spațială sau o oglindă destinată focalizării radiațiilor. Unul din proiecte prevede lansarea pe o orbită geostaționară a unui număr de 12 oglinzi, fiecare cu diametrul

de 300 m și acoperite cu un strat subțire de substanță reflectoare, capabile să asigure iluminarea pe timp de noapte a unei zone cu diametrul de circa 380 km, foarte asemănătoare cu iluminarea dată de satelitul natural al Pămîntului, dar de zece ori mai intensă !... Este ușor de imaginat ce ar reprezenta un asemenea soare artificial pentru zonele afectate de dezastre, pentru regiuni unde se fac lucrări de excavații sau construcții de drumuri ori alte obiective unde lucrul pe timp de noapte este aproape obligatoriu, iar totdeauna lumina reflectoarelor este insuficientă... Transportarea acestor oglinzi pe orbită, avînd o greutate finală conform proiectului de 50 t, se va putea face — în tranșe — de către navetele spațiale, satelitul urmînd a fi stabilizat după toate cele trei axe, astfel încît axa fasciculului luminos să nu aibă abateri mai mari de 0,1 grade. Un cost apreciat în anul 1976 de numai 160 milioane de dolari face acest proiect acceptabil pentru sfîrșitul mileniului.

Proiectul „soarelui artificial” a readus în atenția specialiștilor ideea folosirii mai intensive a radiațiilor solare, din care umanitatea utilizează foarte puțin în prezent. Reluînd ideea proiectului anterior menționat, savantul Krafft Ehrlicke de la NASA propune să fie satelizate mai multe reflectoare egal distribuite care să echivaleze cu 40—60 de „luni pline”, economisind iluminatul public și avînd numeroase alte aplicații. Dezvoltînd această idee pentru cazul zonelor tropicale și subtropicale, se propune instalarea „sorilor artificiali” pe orbite geostaționare, avînd de această dată suprafețe reflectante pînă la  $5 \times 5$  km, capabile să ilumineze zone terestre de peste 80 000 km<sup>2</sup>. Un asemenea proiect va costa de circa o sută de ori mai mult, dar oricum va fi mai ieftin decît programul *Apollo*.

Desigur, lumina este unul din excepționalele daruri ale Soarelui, iar extinderea utilizării acestui dar apare ca un deziderat normal ; în ce privește al doilea dar al astrului zilei, — căldura — acesta nu este deloc neglijat în planurile specialiștilor

odată cu elaborarea proiectelor de construcții cosmice artificiale. Reflectoare de tipul celor anterior menționate ar putea contribui la schimbarea climei în regiuni aspre, cum este Alaska, Siberia, nordul Canadei etc., unde s-ar putea aclimatiza culturi specifice, dezvolta anumite activități etc. Pentru o planetă care în anul 2 000 ar putea adăposti peste 6 miliarde de oameni nu apar deloc de neglijat implicațiile unei măririi artificiale a zilei, acel surplus de lumină contribuind determinant la amplificarea proceselor de fotosinteză în lumea vegetală și apoi chiar la un spor decisiv de reproducere a albuminelor, problemă dificil de rezolvat în prezent.

Au fost prezentate mai multe proiecte de *sori artificiali*, un fel de uriașe oglinzi reflectoare suspendate în spațiu și care, angrenate în programul *Prometeu*, ar putea constitui un sistem nou de iluminare la scară planetară...

Conform proiectelor conduse de dr. Krafft Ehrlicke de la NASA, prima etapă va fi reprezentată de sistemul de oglinzi-satelit numit *Lunetta*, a cărui construcție ar urma să înceapă în 1987, beneficiind de 50—70 de transporturi cu naveta spațială, pentru a transporta pe orbită cele 1800 tone de oglinzi cu o suprafață de 30 km<sup>2</sup> expusă razelor Soarelui. Aceste materiale vor fi „descărcate” pe orbita de lucru și montaj a celor două prime oglinzi, formate dintr-o structură metalică acoperită cu o folie ușoară din plastic aluminizat; tot pe această orbită vor fi amplasate și stațiile de servire a șantierului cosmic, unde locuiesc și se odihnesc montorii-astronauți. Operația estimată la circa doi ani va conduce la aprinderea „soarelui nocturn” cu o intensitate de o sută de ori mai mare decât a Lunii, deci noaptea se va putea citi cu ușurință, ca în plină zi.

Desigur, pentru stimularea creșterii vegetației, asemenea *Lunette* nu vor fi suficiente, astfel încât s-a propus construirea în perioada 1995—2005, a unor stații mult mai mari, cu o suprafață de reflectare de 40 × 50 km și care reprezintă o investiție (în prețuri 1978) de 70—80 miliarde de dolari, cu amortizare pre-

liminată pe 20 de ani, aceasta prin estimarea că sistemul global ar putea mări producția agricolă cu 3—5% la scara planetei!

Programul *Prometeu* a prevăzut și o a treia etapă, când suprafața reflectantă de pe orbită ar putea atinge dimensiunea de 60 000 km<sup>2</sup> și ar fi plasată pe orbită geostaționară, stația ajungând astfel la parametrii pentru a putea lucra parțial și ca stație de emisie a energiei solare convertite, chiar în stație, sub formă de microunde.

## TERRA VA MAI AVEA NECUNOSCUTE ?

*„Există multe corpuri cerești; eu am văzut doar două, dar ce diferență între unul și altul! Luna este un loc fascinant... Dar, vă rog, lăsați-mi Pământul !“*

(Michael Collins, astronaut, 1969)

„Pământ Standard I“... editat în 1968 !

„Pământ Standard II“... editat în 1969 !

Ambele lucrări, tipărite prin grija Institutului Smithsonian, au conținut chitesența geodeziei spațiale obținută prin înregistrări, mai întâi de la 12, apoi de la 48 de stații, ale căror poziții au fost stabilite de sateliții artificiali cu o precizie excepțională la scara planetară : 10—20 m ! Dar ambele lucrări se încadrau încă în ipoteza geoidului terestru, acel sferoid cu umflătură la ecuator și turtit la poli, datorită mișcării de rotație...

Această ipoteză, care a dăinuit mult timp, a constituit un formidabil pas înainte față de forma de farfurie dată Terrei de popoarele antice sau chiar cea a sferei perfecte, admise de Galileu, Newton și Copernic ; abia după lansarea sateliților s-a putut ajunge la ipoteza formei de pară, iar foarte recent, nici această configurație nu a mai fost apreciată ca satisfăcătoare...

Această ultimă formă, mult mai complexă, apare odată mai mult complicată, deoarece geodezia spațială contemporană a primit informații din care rezultă, fără tăgadă, că Terra este o pară ciudată, care pulsează (! ?), este drept cu o perioadă de ordinul miliardelor de ani ! !

## PĂMÎNTUL — O URIAȘĂ PARĂ CARE PULSEAZĂ ?

Poate mai mult ca oricare știință, geodezia așteaptă tot mai mult ajutor din partea sateliților artificiali, iar faptul că, încă din 1946, astronomul și matematicianul finlandez Y. Fäisälä a propus — înaintea altor beneficiari — utilizarea sateliților pentru observații și măsurători simultane asupra a numeroase puncte terestre apare semnificativ, mai ales dacă avem în vedere că geodezia este disciplina care se ocupă cu determinarea formei și suprafeței Terrei, la scară continentală și globală, inclusiv stabilirea gradientilor gravitaționali... Pentru îndeplinirea acestui scop, geodezia întâmpină mari dificultăți din cauza oceanului planetar, care ocupă — după cum se cunoaște — peste 66% din suprafața Pământului. Odată în plus, în aceste condiții, sateliții sînt un ajutor de neprețuit, ideea finlandezului Fäisälä căpătînd prima soluționare practică abia în anul 1962 : un satelit corespunzător dotat cu aparatură și, mai ales, stabilizat după cele trei axe la o altitudine la care atmosfera foarte înaltă să nu-i producă perturbații dinamice, a fost urmărit îndeaproape pe orbită, întrucît deformările acesteia au constituit indicii atît asupra neomogenității scoarței cît și a deformațiilor de suprafață ale acesteia. În plus, introducerea tehnicilor, spațiale și apoi ale laserului în geodezie, a permis abordarea a două mari probleme pe care geodezia clasică nu le putea soluționa satisfăcător pentru cerințele secolului XX : legarea triangulațiilor intercontinentale atît între ele, cît și de centrul de masă al Terrei...

Ca urmare, prin introducerea sateliților ca instrument de măsură și observare în geodezie, se poate vorbi de apariția unui nou capitol — geodezia dinamică spațială — care, spre deosebire de cea geometrică, folosește observații simultane din două sau mai multe stații ; în cazul geodeziei dinamice se consideră formarea mai multor plane sau poliedre în spațiu, ale căror puncte de intersecție de pe Pământ sînt plasate pe continente



diferite. O judicioasă repartitie a acestor puncte permite determinarea mai precisă a parametrilor elipsoidului terestru. Spre exemplu, geodezii englezi G.D. King-Hele și G.E. Cook au analizat orbitele a 27 de sateliți înainte de a descoperi că Pământul are formă de pară... De aici se poate constata avantajul geodeziei dinamice, deoarece doar aceasta ia în considerație și perturbațiile care afectează mișcarea sateliților, în afara perturbațiilor și anomaliilor gravitaționale (densitatea mediului, presiunea de radiație solară etc., cunoscute sub denumirea de perturbații ne-gravitaționale).

Urmărirea sateliților cu ajutorul laserului se petrece astfel : pe corpul exterior al satelitului trebuie plasate numeroase mici reflectoare pentru radiația laser lansată de pe sol cu ajutorul unui telescop cu laser, care telemetrează permanent satelitul, de îndată ce acesta a intrat în „cîmpul optic“ al stației terestre. În esență, se măsoară cu precizie timpul de la emiterea unui impuls laser cu o durată foarte mică (de ordinul nanosecundelor, deci a miliardimilor de secundă !) și pînă la recepționarea lui de un fotomultiplicator. În acest scop se poate utiliza un generator de unde de înaltă frecvență (100 MHz) care creează 100 de milioane de impulsuri pe secundă și oferă astfel un cronometru de mare precizie, intervalele de timp fiind foarte precise. Marcarea pe acest „ceas electronic“ a momentului declanșării emițătorului-laser și al recepționării ecoului-laser de către fotomultiplicator se poate obține cu ajutorul unor celule fotoelectrice. Mai rămîne să se introducă în memoria unui calculator valoarea vitezei luminii și rezultatele sînt culese, evidențiind formele scoarței terestre cu precizie în jur de 50 cm ; rezultate mai recente au dus la o precizie de 20—40 cm !

Împreună cu determinările prin laser, măsurarea deplasărilor folosind efectul Doppler au asigurat obținerea de diferențe ale distanței stație-satelit, pentru două momente decalate, de exemplu la 10 secunde, cu o precizie de 1 cm ! În ce privește metoda triangulației geodezice prin reperaj laser al unui satelit, ea constă în general din următoarele : satelitul este reperat

simultan de la trei stații, a căror amplasare este foarte precis cunoscută, mai întîi două reperări la o trecere, iar ultima la trecerea următoare, deci cu un decalaj corespunzător rotirii Terrei spre vest ; cele trei puncte astfel vizate vor forma un triunghi. În mod similar se procedează și de altă stație, obținindu-se un nou triunghi în spațiu ; dacă trebuie căutate și determinate coordonatele noii stații, atunci se cere ca satelitul să fie localizat de această stație chiar în punctele în care fusese reperat de stația avînd poziția cunoscută. Procedînd astfel, prin simpla măsurare a distanțelor respective, poziția stației de determinat se va găsi la intersecția a trei sfere cu centrele în punctele spațiale de referință și cu razele egale cu distanțele măsurate. Această metodă a dat bune rezultate, iar rețeaua actuală folosită curent pentru triangulația spațială prin reperaj laser a sateliților geodezici are laturile distanțate nu la 30 km, ci la 1000—2000 km și se apreciază că există posibilități de creștere a acestei mărimi caracteristice ! Cu toate dificultățile folosirii unei metode moderne cu o tehnicitate înaltă, deci și costuri foarte ridicate, reperajul geodezic cu laser are o superioritate netă față de cel clasic, optic, întrucît nu este perturbat de turbulența atmosferică și astfel poate ajunge la precizii de ordinul  $10^{-5}$  secunde în ceea ce privește timpul și de ordinul centimetrelor în ceea ce privește distanțele. În afară de precizia sporită a măsurătorilor, geodezia spațială a reușit să determine variația în timp a unor date referitoare la planeta noastră, căpătînd astfel un pronunțat caracter geodinamic prin abordarea unor probleme ca : mișcările polilor, rotația Pământului, deplasările scoarței terestre, ridicările unor regiuni etc. În final, noul mijloc asigură geodeziei și un caracter revoluționar : descoperirea unor anomalii necunoscute în forma Terrei, cartografierea cîmpului gravitațional terestru etc. Asemenea activități au fost coordonate de Biroul central de geodezie prin sateliți, înființat în 1963 din inițiativa Uniunii Internaționale de Geodezie și a Comitetului de cercetări spațiale (COSPAR), al cărui scop de bază a fost de a promova colaborarea internațională în domeniul menționat. Iată cîteva

exemple de informații la scară planetară, furnizate umanității prin grija Biroului central de geodezie prin sateliți :

— Încă din timpul programului „Gemini“, astronautii de la bordul unora din aceste nave au adus clișee foarte interesante ale unor regiuni ale globului în care au fost depistate adevărate anomalii, dintre care aceea că nivelul mării nu mai poate fi considerat o cotă de referință este deosebit de interesantă ; oceanele Pacific și Atlantic nu au aceeași cotă, iar explicația geodezică nu contrazice principiul vaselor comunicante, cum s-ar părea la prima vedere, deoarece nu mai este acum respectat postulatul identității forțelor gravitaționale asupra ambelor vase...

— Nu numai că oceanele nu se află, pentru o latitudine dată, la aceeași depărtare de centrul geometric al Terrei, dar analiza parametrilor orbitali ai unor sateliți a arătat că Terra nu posedă acel echilibru hidrostatic care era preliminar până acum ; de fapt, tot sateliții sînt cei care au permis descoperirea curenților de convecție din nucleul terestru...

— În ce privește relieful, au fost descoperite următoarele particularități : diferența dintre raza Polului Nord și cea a Polului Sud este de circa 40 de metri, astfel încît în raport cu sferoidul avînd turtirea de 1/298,25, „cocoșa“ de la Polul Nord pare a fi de 18,9 m (G.D. King-Hele și G.E. Cook), respectiv plus 30 m (R.B. Kershner), iar depresiunea de la Polul Sud de minus 25,8 m (G.D. King-Hele și G.E. Cook), respectiv minus 16 m (R.B. Kershner).

— Nivelul mării la Polul Nord este cu aproximativ 40 m mai depărtat de ecuator decît nivelul mării la Polul Sud ; în plus, Terra ar avea patru „cocoase“ care îi dau aspectul „în patru colțuri“, iar în apropierea uneia dintre aceste ridicături, nivelul mării depășește cu 70 m (!) înălțimea considerată acum ca nivel zero.

— Conform datelor obținute de la Observatorul Harvard, diametrul ecuatorial îl depășește pe cel polar doar cu 42,751 km și nu cu 42,962 km !

— Existența unor depresiuni în India, în largul Floridei, în Africa — unde există o falie lată de 30 km și adîncă de 300 m, care străbate pe o lungime de circa 3000 km Etiopia, Kenya, Uganda, Mozambic etc. — lacul Tanganika fiind alături de această depresiune un alt martor al formidabilelor cataclisme ce au zguduit foarte demult această regiune a globului.

Ca urmare, pînă acum 2—3 ani se admitea, tot folosind rezultatele interpretărilor datelor de la sateliții geodezici, că Terra are o formă de pară, cu ridicătură la Polul Nord, deformația de pară fiind mai mare decît 40 de metri, cum se admitea, mai precis, chiar 44,7 m.

În 1975 însă, un grup de cercetători ai Universității din München, efectuînd noi măsurători asupra planetei și luînd ca reper un satelit pe care l-au „bombardat“ la intervale de patru secunde cu semnale laser în scopul obținerii datelor privind cîmpul gravitațional, au stabilit că globul nostru nu are formă de pară, ci o configurație mult mai complexă, deosebit de interesantă.

Scoarța planetei se modifică chiar și în prezent, la baza acestor mișcări și modificări stînd teoria plutirii maselor continentale pe materia vîscoasă a magmei în care acționează curenții subcrustali. Ca urmare, mișcările Terrei apar surprinzătoare chiar pentru cei care îi ignoră istoria : cinci specialiști islandezi au anunțat alungirea insulei cu doi metri în cursul anului 1976, precizînd că această mișcare a fost de 100 de ori mai rapidă decît în general ! Explicația ? Islanda „încalecă“ creasta — astăzi cunoscută — din mijlocul Oceanului Atlantic, în lungul căreia se formează noi grupuri de roci, în timp ce continentele americane și europene se deplasează în derivă. Ca urmare, alungirea insulei s-ar fi putut produce în timpul unui spasm petrecut în această derivă, marcînd astfel un mod nou de activitate geologică a astrului nostru.

Fără îndoială, există mai multe ipoteze asupra modificărilor scoarței începînd cu aceea emisă încă în anul 1829 de Élie de Beaufort (despre care am amintit într-un capitol anterior), po-

trivrit căreia Pământul — inițial incandescent — și-a format prin procesul îndelungat de răcire o crustă solidă. Întrucît Pământul continua să se răcească, masa subcrustală și-a micșorat continuu volumul datorită contracției, diametrul planetei reducîndu-și mărimea cu aproximativ 60 km. Deși cifra pare nesemnificativă, dacă ne referim la întinderile aproape nesfîrșite ale suprafețelor neregulate ale globului terestru, totalizînd peste 500 de milioane de km<sup>2</sup>, este ușor să ne dăm seama că doar o simplă modificare a diametrului cu numai cîțiva metri poate produce perturbații importante. Ideea că forțele naturale acționează la scară planetară, dar foarte încet, poate și pentru a nu strica echilibrul (altfel se pot provoca catastrofe nebănuite), l-a inspirat pe Alfred Wegener care admitea în binecunoscuta sa ipoteză a derivei continentelor despre care am amintit anterior — că Terra posedă o constantă, deci nu ar fi avut mișcări de umflare, respectiv de contractare, munții formîndu-se doar datorită deplasărilor pe orizontală a blocurilor continentale.

Ipoteza aceasta a lui Wegener nu s-a putut menține, deoarece în perioada 1960/61, studiile oceanografice efectuate de echipe sovietice și americane au demonstrat teoria tectonicii globale conform căreia zona bazaltică submarină de mare adîncime se împropătează continuu în cadrul fenomenelor de expansiune a scoarței, cu materie magmatică lichidă, creînd scoarță de tip bazaltic.

Pornind de la necesitatea de a explica unde se deplasează plusul de materie a scoarței, unde se „adună” sau „dispare” acest „plus”, specialiștii Egyed, Holms și Jordan au emis cu cîțiva ani în urmă ipoteza unei dilatări a Terrei, în cadrul căreia fisurile aflate pe fundul oceanelor au permis ieșirea la suprafață a magmei, conducînd la apariția continentelor în timpuri imemorabile, iar mai recent la ridicarea continentelor sau a unor părți ale platformelor continentale. Cercetări mai recente au demonstrat însă că, din contra, în zonele periferice ale continentelor are loc un proces invers, de subducție, scoarța oceanică fiind antrenată din nou sub blocurile continentale, retrimisă în

fundul Terrei, retopită și reintegrată în procesul menționat, astfel încît, în ansamblu, suprafața planetei noastre, nici nu crește, nici nu scade, ci rămîne constantă.

Dorind să dezvolte ipoteza contracției, geofizicianul american Bücher ajunge la concluzia că, în cursul evoluției sale, Terra a avut perioade de contracție, dar și de dilatare, fiind asemănătoare cu o inimă, deci o uriașă pară planetară care... pulsează ! ? !

Aplicînd dialectica la această idee și dezvoltînd-o, geologii sovietici Obrucev și Usov consideră că evoluția geotectonică a Pământului a parcurs perioade contradictorii : de atracție și respectiv de respingere ; în perioadele de atracție, Terra își micșorează volumul, se încrețește, acumulează energie în scoarță, eliberată apoi în fazele de respingere, de dilatare, timp în care s-ar forma depresiuni, falii, horsturi, grabene etc.

Nu putem încheia acest paragraf fără a menționa și ipoteza savantului român S. Pauliuc : în ultimele milioane de ani raza Terrei a rămas neschimbată, deși cu perioade de miliarde de ani este admisibilă o variație a volumului planetei. Pământul se află într-o perioadă de stabilitate relativă în ceea ce privește volumul său...

## SATELIȚI PENTRU...EINSTEIN !

Puține persoane, chiar foarte avizate în știința timpului, ar fi putut intui, în anul 1905 cînd modestul funcționar al biroului de patente din Berna pe numele său Albert Einstein (1879 —1955) publica în „Annalen der Physik” principiile teoriei relativității, că noua fizică va putea explica : aberația luminii solare, avansul periheliului planetei Mercur, inexistența vîntului de eter, devierea razelor de lumină în imediata vecinătate a Soarelui etc.



Se știe ce a însemnat teoria relativității pentru dezvoltarea fizicii, pentru fundamentarea fizicii particulelor elementare și a energiilor înalte și, mai ales pentru cosmologia modernă; geniala idee einsteiniană, conform căreia gravitația nu este o forță în sensul obișnuit al cuvântului, ci o proprietate a spațiului, reprezintă o soluție matematică de genială intuiție și deducție, care și-a găsit de-abia foarte recent confirmarea prin detectarea undelor gravitaționale în anul 1979, anul centenarului nașterii celebrului savant.

Una dintre cele mai frumoase, dar și științific interesante probleme ale fizicii experimentale contemporane, este constituită de găsirea și realizarea unor mijloace experimentale și de măsură, de înaltă precizie, capabile să confirme aspecte ale teoriei relativității restrânse și generalizate, dintre care unele nu întruniseră „sufragiile” întregii lumi științifice, tocmai datorită absenței de probe experimentale fără echivoc, respectiv cu precizia cerută tocmai de principiile teoriei elaborate de Einstein.

În aceste condiții apare proiectul NASA de a lansa un satelit artificial destinat pentru confirmarea unuia dintre cele mai spectaculoase paradoxuri ale teoriei relativității și anume contracția timpului, fenomen numit uneori paradoxul lui Langevin...

Dacă unele din primele experiențe cu ceasuri atomice, ambarcate în anul 1972 pe aeronave de echipa de specialiști conduși de Hafele și Keating în SUA, au pus în evidență un avans (respectiv o întârziere)<sup>1</sup> gravitațional comparabil cu teoria, în limitele unei erori de 4%, în schimb de la experiențele cu ceasuri atomice plasate pe sateliți artificiali se speră obținerea de rezultate mult mai precise. Astfel, se apreciază că pe un satelit cu apogeul la peste 18 000 km va fi ambarcat un ceas precis, respectiv un maser cu hidrogen cu precizia de ordinul a  $10^{-13}$  —  $10^{-14}$  s (!), perfect sincronizat cu un orologiu identic care rămîne la sol. Pe parcursul zborului, din sută în sută de secunde,

<sup>1</sup> După cum lansarea se face spre est sau spre vest, respectiv viteza de zbor adăugându-se algebric la viteza tangențială a Terrei.

între satelit și stațiile de la sol se schimbă semnale de reperaj, capabile să permită compararea ritmului celor două orologii printr-un sistem telemetric cu coerență de fază și capacitate de precizie echivalentă cu măsurarea distanței de zece metri cu o eroare sub 1/2 dintr-un milimetru! Înregistrarea modificărilor de ritm ale celor două orologii va confirma teoria relativității; experimente similare vor fi testate și cu ajutorul unui satelit lansat de racheta „Ariane” pe o orbită foarte eliptică (350/36 000 km).

O altă categorie de experimente, propuse a fi realizate cu mijloacele astronautice în anul 1983, va încerca să evidențieze un alt aspect al relativității: acțiunea gravitației asupra axului unui giroscop ce se manifestă printr-o precesie denumită geodezică, care depinde de curbura spațiului, de rotația Terrei și chiar de un... univers diferit de cel propus de Einstein! Aparatura propusă de specialiștii de la Stanford va trebui să fie capabilă să înregistreze modificări ale înclinării axului un giroscop pe orbită de ordinul unei miimi de secundă de arc pe durata unui an!

Iată pe scurt câteva din proiectele care vizează lansarea de sateliți de verificare a teoriei gravitației. Se știe că proprietățile geometrice ale continuului spațiu-timp sînt determinate de forțele de gravitație. Traiectoriile pe care evoluează, într-un câmp gravitațional, un corp în cădere liberă, nu depind de proprietățile intrinseci ale acelui corp; ele se numesc linii geodezice și reprezintă cel mai scurt traseu, din punct de vedere dinamic, între două puncte ale traseului.

Definirea geometriei continuului spațiu-timp, adică a structurii liniilor sale geodezice, reprezintă același lucru cu a analiza câmpul gravitațional aferent. Se poate discuta despre o „geometrizare a gravitației”, principiu care a fost formulat încă de Albert Einstein pe baza teoriei relativității generale. Odată cu dezvoltarea astronauticii aceste cercetări cu un profund caracter teoretic, pot primi o serie de verificări practice, aducîndu-le mai

aproape de înțelegerea lor mai concretă de către cei mai puțin familiarizați cu abstracțiile fizicii moderne.

Calculul traiectoriilor pe care evoluează corpurile cerești artificiale, așa cum se demonstrează în studiul astronauticii, implică cunoașterea valorilor câmpurilor gravitaționale ale Soarelui și planetelor, respectiv a sateliților naturali ai acestora, expresii care se deduc cu ajutorul legilor mecanicii cerești și, bineînțeles, al relațiilor dintre mase, distanțe și constante gravitaționale.

A apărut și următoarea problemă : se poate oare deduce, folosind particularitățile traiectoriei corpului în cădere liberă, mărimea intensității câmpului gravitațional în orice punct al traiectoriei, iar ulterior, porind de la aceste calcule, să fie construită diagrama empirică de repartiție a respectivului câmp ?

Condiția pentru a se da un răspuns pozitiv la această întrebare, respectiv ca metodica să fie realizabilă, este ca satelitul studiat să se mențină în permanență pe așa-numita traiectorie de cădere liberă, iar asupra lui să nu acționeze nici o forță în afara celor gravitaționale, respectiv el să evolueze pe o linie geodezică.

În scopul depășirii acestor dificultăți, s-a ajuns la ideea creării unui satelit artificial specializat, așa-numitul satelit aflat mereu în cădere liberă ; ideea a fost elaborată inițial de dr. Robert Dikki de la Centrul de cercetări spațiale „R. Goddard“ al NASA, care, în anul 1961, arăta : „...s-ar putea să existe cândva un planetoid artificial care, dacă va beneficia de un înveliș gazos controlat artificial și menținut, ar putea să evite modificările poziției sale pe o traiectorie geodezică, modificări provocate curent de rezistența opusă de ciocnirile cu particulele mediului, cu micrometeorii, presiunea radiației solare etc... Un asemenea corp orbital artificial ar putea furniza date foarte interesante despre verificările teoriei gravitației ; cu ajutorul lui s-ar putea verifica expresia forței de gravitație cu o precizie în cadrul căreia se includ efectele relativiste“.

Principiile de bază și detaliile aferente confecționării și instalării pe orbită ale unui asemenea satelit... relativist (!) au fost

deja elaborate de specialiști de la Universitățile americane de la Princeton și din California.

În principiu, protecția gazoasă de care amintea dr. Dikki ar putea fi inclusă într-un fel de înveliș elastic sferic, iar deplasările cauzate de forțe negravitaționale ar urma să fie sesizate de captatori electrono-optici fără contact, amplasați corespunzător și conectați prin acțiunea corelată a unor micromotoare. În acest fel, partea masivă a satelitului nu va suferi acțiunile perturbatoare ale forțelor respective, putând evolua pe o geodezică.

În ansamblu, acest satelit urmează a se comporta ca un aparat de măsură de excepție, destinat să înregistreze cu o mare precizie accelerațiile provocate de efectele câmpurilor gravitaționale : semnalul duce orice informație despre accelerațiile suferite de protecția gazoasă direct la senzorii electrono-optici, care asigură corelarea informațiilor și darea de semnale pentru acționările corespunzătoare ale motoarelor de corecție.

Calculele atestă că se pot obține compensări multumitoare ale accelerațiilor provocate de efectele unor forțe perturbatoare (presiunea radiației solare, ciocnirile cu micrometeorii sau chiar praful interplanetar etc.), astfel încât acest „satelit geodezic“ să evolueze pe traiectoria necesară, cu condiția să se realizeze integral schema de satelit propusă, astfel încât nu vor „scăpa“ necompensate decât accelerații perturbatoare având ordinul de mărime de  $10^{-10}$  cm/s<sup>2</sup>.

O primă încercare de realizare a unui satelit care să evolueze pe traiectorie „de permanentă cădere liberă“ a fost satelitul artificial american *Triade-1*, lansat în anul 1972 pe o traiectorie relativ joasă, la altitudinea medie de 800 km. Acest satelit, care a funcționat aproximativ un an, a furnizat o serie importantă de date științifice, organizarea sa permițând un nivel de asigurare a compensării accelerațiilor „negravitaționale“ de  $10^{-8}$  cm/s<sup>2</sup>, deci de circa 100 de ori inferior valorii calculate și apreciate ca necesare pentru obținerea de informații utile în verificarea teoriei gravitației. Totuși, chiar acești parametri mai modești au permis să fie în principiu urmată o traiectorie geo-

dezică, iar datele orbitale ale satelitului să poată fi preliminate cu precizie suficientă, în avans cu 14 zile, la o precizie de  $\pm 100$  metri, ceea ce este de neobținut în cazurile curente : abateri de sute de metri față de datele orbitei calculate doar cu o zi înainte !

Astfel, lansarea unui asemenea satelit artificial oferă posibilitatea dispunerii de un nou și modern instrument destinat cercetărilor experimentale cu precizie ridicată în teoria gravitației. Care ar putea fi cele mai interesante utilizări și cercetări în care pot fi folosiți asemenea sateliți evoluind controlat pe traiectorii de tip geodezic ?

Una dintre cele mai interesante aplicații se referă la posibilitatea determinării repartiției maselor gravitaționale în interiorul scoarței Pământului pornind de la cunoașterea valorilor intensităților câmpului său gravitațional. Determinarea elementelor traiectoriei satelitului evoluind pe o linie geodezică ar putea furniza valori locale ale variațiilor accelerației greutății. Astfel, se poate trasa, cu o precizie apreciabil mărită, harta repartiției câmpului gravitațional terestru, față de valorile ce se obțin curent folosind metoda devenită clasică a înregistrărilor provenite de la aparatura prevăzută în stațiile rețelei terestre de gravimetrie. Este, de asemenea, de remarcat că actualele gravimetre asigură o precizie de măsurare a valorilor intensității câmpului de  $10^{-9}$ , expresie raportată la valoarea absolută a acestor mărimi. În schimb, accelerometrele folosite pe satelitul *Triade-1*, posedând doar o limitare a preciziilor de măsurare a accelerațiilor de  $10^{-8}$  cm/s<sup>2</sup>, au fost totuși capabile să înregistreze valori ale câmpului cu o „precizie“ de  $10^{-11}$  g ( $g=980,665$  cm/s<sup>2</sup>, la nivelul mării). Cu datele primite de la satelitul *Triade-1* a fost posibil să fie elaborat un model de repartizare a maselor în interiorul Terrei. Evident, posibilitățile tehnice-științifice ale sateliților din clasa *Triade-1* nu sînt limitate doar la măsurători asupra intensităților și repartiției câmpului gravitațional terestru.

Un interes științific deosebit poate prezenta programul lansării unei „stații solare“, capabilă să se apropie cît mai mult de

astrul zilei, în vederea efectuării de observații și cercetări asupra câmpului gravitațional solar și, evident, a proprietăților plasmei solare din imediata vecinătate a astrului. Măsurarea structurii intime a câmpului gravitațional solar poate permite deducerea unui model aferent și structurii sale interne. Se cunoaște că un model al activității și structurii interne a Soarelui, care să fie în unanimitate admis, nu este încă stabilit integral. Un element de bază, pentru stabilirea unui asemenea model cît mai apropiat de realitatea fizică, este constituit de cunoașterea cu precizie a momentului cvadripolar, mărime care caracterizează repartiția maselor din interiorul astrului analizat, considerată pe o direcție normală pe planul de rotație. Acest moment este direct legat de valoarea momentului cantității de mișcare al nucleului Soarelui; dacă am presupune că nucleul astrului este integral solid, atunci ar fi posibilă deducerea respectivului moment cvadripolar din expresia valorii rotației, obținîndu-se prin calcule, în acest caz, o valoare de ordinul  $10^{-7}$ ...

Există însă suficiente informații pentru a se admite că momentul cvadripolar al astrului central depășește această valoare. Se apreciază, în consecință, următoarea metodă de deducere a valorii momentului cvadripolar : să se măsoare abaterile valorilor potențialului gravitațional solar de la valoarea repartiției sale sferic simetrice. Se presupune calcularea momentului cvadripolar pe baza înregistrărilor de la stații terestre a variațiilor accelerațiilor suferite de acea „stație solară“ de care am amintit anterior. Această metodă implică, bineînțeles, cunoașterea cu o precizie ridicată a poziției stației solare și, mai ales, a variației vitezei și a depărtării sondei de cele două astre pe timpul zborului. În acest scop, se pare că mijloacele radar nu sînt totdeauna suficient de precise, apelîndu-se uneori la măsurători cu microunde, folosind un sistem similar radar-ului cu microunde utilizat de naveta spațială pentru aparatura de asigurare a aterizării automate.

Variațiile accelerațiilor, legate de influența valorilor momentului cvadripolar, sînt puternic influențate de distanța față de



centrul astrului zilei ; aici este necesară o precizie a măsurătorilor de  $10^{-8}$ , deoarece se are în vedere prezența perturbațiilor accelerației provocate de forțele gravitaționale (deoarece celelalte forțe se apreciază a fi mult inferioare ca mărime).

Autorii proiectului „Sonda solară” au calculat că acest corp cosmic artificial trebuie dirijat inițial nu spre Soare, ci spre... Jupiter, al cărui câmp gravitațional foarte puternic o va propulsa prin așa-numitul fenomen de „reacție gravitațională”, în direcția Soarelui, sonda urmînd să evolueze pe o traiectorie eliptică cu mare excentricitate.

Se apreciază că există cîteva categorii de traiectorii posibile de urmat pentru o asemenea stație solară :

- orbite alungite, avînd periheliul de valoare relativ redusă — așa-numitele orbite-kamikadze (!) — astfel încît satelitul sfîrșește prin a se prăbuși și a arde în Soare ;

- orbite avînd periheliul la o distanță de cîteva raze solare, dispuse chiar în planul eclipticii și în interiorul acestuia.

Se pare că mult mai utile sînt orbitele din cea de a doua categorie, dispuse în planul eclipticii și avînd periheliul îndreptat către Pămînt.

Costul, dar și precizia datelor obținute de la asemenea sonde sînt ridicate, dacă se folosesc aparate corepunzătoare, furnizîndu-se informații despre câmpul gravitațional solar altfel greu de obținut.

Un alt experiment pentru care ar fi excelent un satelit evoluînd pe o traiectorie de tip geodezic, este reprezentat de măsurarea câmpului gravitațional al unui corp în mișcare de rotație, a cărui valoare trebuie stabilită cu o asemenea precizie încît să se poată evidenția contribuțiile relativiste. În conformitate cu relativitatea generalizată, potențialul gravitațional al unei mase în rotație nu coincide cu cel al masei în stare de repaus ; evident că rotația trebuie orientată în raport de mișcarea pe geodezică, iar în cazul satelitelui, cu forma traiectoriei acestuia. Încă din anul 1918, G. Thirring și I. Länser au studiat efectul perturbarii orbitei unui satelit al Pămîntului (atunci, în speță doar

Luna putea fi analizată, neexistînd sateliți artificiali), cu luarea în considerare a rotației planetei. Caracterul perturbației este astfel încît planul orbitei satelitelui începe să se deplaseze (precesie) în jurul axei de rotație a Terrei. Aceasta poate semnifica, referindu-ne la mișcarea înclinării orbitei, punctele de intersec-tare a orbitei cu planul ecuatorial.

Așa cum rezultă din calcule, viteza de precesie a planului orbitei satelitelui natural al Pămîntului nu trebuie să depășească 0,1 ... 0,2 secunde de arc anual, în timp ce înclinarea planului atinge 10 ... 20 metri în timp de trei ani. A apărut întrebarea : cu ajutorul unui satelit de tip *Triade-1* s-ar putea sesiza un asemenea efect ? În adevăr, ritmul de cădere al acestui satelit, circa 100 m în două săptămîni, este prea mare, dar el este caracteristic pentru coborîri în lungul traiectoriei, căci în direcție perpendiculară, căderea este semnificativ mai mică. Astfel satelitul, similar unui imens giroscop, își menține stabilitatea față de un plan orbital în care există și acționează perturbațiile „negravitaționale”. În cazul satelitelui geodezic *Triade-1*, căderea transversală s-ar putea menține la numai 10 cm anual, astfel încît precesia de tip Länser-Thirring apare ușor de măsurat cu aparatură corespunzătoare montată pe un asemenea satelit.

Apare totuși încă o *precesie geofizică*, legată de particularitățile răspîndirii masei în scoarța Pămîntului și, mai ales, de influența acestora asupra orbitei satelitelui respectiv. Viteza unghiulară a precesiei geofizice depășește cu puțin pe cea a precesiei Länser-Thirring, iar determinarea acesteia este aproape imposibilă cu mare precizie, deoarece calculele depind de unghiul de înclinare al orbitei față de planul ecuatorial, iar acest unghi este măsurat cu greșeli mari, mai precis cu abateri semnificative ! Doi fizicieni americani, P. van Putten și K. Everrett au imaginat un mijloc experimental de controlare a precesiei geofizice, folosind în acest scop dependența acestuia de înclinarea orbitei față de ecuator. Precesia Länser-Thirring nu depinde de această înclinare !

Se consideră că în jurul Terrei evoluează doi sateliți artificiali pe orbite aproape polare, astfel încât ambii poli să se găsească în planul fiecărei orbite; unghiul dintre planele conținând orbitele sateliților va caracteriza mărimea precesiei geofizice: mărimea sa fizică este proporțională cu unghiul vitezei de precesie, iar însumarea valorilor în timpul deplasărilor va egala diferența rotațiilor unghiulare ale orbitelor. Dacă în timpul experimentărilor este măsurat acest unghi, atunci se poate deduce valoarea precesiei geofizice. Experimentul ar putea fi condus după cum urmează: sateliții vor evolua pe orbite apropiate, dar cu sensuri de rotație opuse, ceea ce va permite compensarea perturbațiilor provocate de prezența Lunii, a altor planete etc. Va trebui, de asemenea, să se cunoască cu mare precizie valorile inițiale ale parametrilor lor orbitali, în special cei avuți la momentul survolării polilor terestri. Când cei doi sateliți se apropie, un sistem de locație cu laser măsoară depărtarea dintre ei; deoarece raza fiecărei orbite este cunoscută, se poate calcula și unghiul dintre planurile celor două orbite, unghi care servește apoi pentru determinarea perturbației geofizice însumate în punctele de intersectare a orbitelor. Ulterior, stațiile de urmărire terestre pot determina valoarea totală a perturbației punctelor nodale ale orbitelor, valoare din care se poate deduce perturbația geofizică căutată, restul urmînd a fi egal cu deplasarea Länser-Thirring. Analiza surselor de erori preliminară o înregistrare a efectului Länser-Thirring cu ajutorul satelitului de tip *Triade-1*, de numai  $1-2^0\%$ .

Variația potențialului de gravitație a Pămîntului ca urmare a propriei rotații poate fi măsurată și prin lansarea unui satelit cu rol de giroscop pe orbită în jurul Terrei. În mecanica newtoniană, giroscopul ideal, respectiv o sferă în mișcare de rotație, nu suferă nici un fel de precesie, indiferent de mișcarea de rotație pe care o suferă în câmpul gravitațional. Vectorul spin — respectiv vectorul corespunzător momentului de mișcare mecanică, își menține în timp modulul și direcția. În schimb, teoria relativistă einsteiniană prevede apariția unei precesii relativiste.

Posibilitatea urmăririi acestui fenomen a fost pentru prima dată inițiată prin urmărirea unor giroscopae naturale de tipul sistemului Pămînt-Lună, sau chiar a Terrei în cadrul câmpului gravitațional solar. Totuși, efectul relativist în ceea ce privește mișcarea Pămîntului este foarte mic, de ordinul a numai 0,01 secunde de arc într-un an. Această valoare este de cîteva ori mai mică decît precizia de măsurare obișnuită a precesiei clasice a axei Pămîntului, a cărei valoare este de 50 de secunde unghiulare anual.

După lansarea primilor sateliți artificiali ai Pămîntului, specialistul american L. Scheffe a propus lansarea pe orbită a unui satelit-giroscop și chiar a calculat precesia acestuia, mai precis viteza de variație a precesiei ca urmare a efectelor relativiste; de fapt, fenomenul este compus din două aspecte, care se observă cel mai bine dacă lansarea are loc pe o orbită polară. Astfel, satelitul-giroscop, avînd spinul în planul orbitei, suferă o relativ mare precesie geodezică, corespunzătoare la aproximativ șapte secunde unghiulare anual: spinul giroscopului este orientat în jurul perpendicularei la planul orbitei. În al doilea caz, dacă spinul giroscopului este normal pe planul orbitei, satelitul-giroscop se rotește în jurul axei Terrei. Aceasta corespunde așa-numitei precesii cu spin orbital, viteza acesteia fiind relativ mai redusă, și anume doar 0,05 secunde unghiulare anual. Precesia geodezică nu depinde de rotația Pămîntului, ea depinzînd doar de spinul propriu giroscopului plasat pe orbită.

Deși ideea acestui tip de experiment a fost emisă cu aproximativ două decenii în urmă, de-abia acum, odată cu posibilitatea plasării pe orbită a sateliților fără cădere (pierdere a altitudinii pe orbită), ea a devenit realizabilă. În adevăr, este necesar să fie asigurată mișcarea satelitului pe o geodezică cu mare precizie, teoria fiind pregătită la Universitatea Princeton, care a elaborat și metoda experimentului. Astfel, pe satelitul *Triade-1* a fost montat un giroscop sub forma unei sfere din cuarț în mișcare de rotație, învelit cu o foiță din material supraconductor din niobiu. În condițiile supraconductibilității, pe

seama rotației, respectiva sferă capătă un moment magnetic, a cărui orientare în spațiu urmărește poziția spinului giroscopului, care astfel poate fi măsurată folosind vizarea unei stele fixe, de exemplu, steaua Riegel din constelația Orion. Variația direcției momentului magnetic este înregistrată cu ajutorul magnetometrelor și — pentru o mai mare precizie — cu ajutorul magnetometrelor cuantice ; de asemenea, corectarea telescopului cu care este vizată steaua Riegel din satelit, trebuie efectuată la fiecare rotație completă a satelitului. În ansamblu, pentru efectuarea acestui experiment trebuie rezolvat un complex de probleme tehnice-științifice, dar în final se pot obține precizii de măsurare a precesiei geodezice de ordinul a 0,01%, iar a celei spin-orbitale, de ordinul a 30%. Se presupune că ansamblul măsurilor destinate pregătirii unui asemenea experiment, vor permite ca satelitul să fie adus și plasat pe orbită cu ajutorul celei de a 10-a misiuni orbitale a navetei spațiale.

Se apreciază că aportul științific al unui asemenea experiment în domeniul măsurărilor aferente maselor mari în mișcare de rotație este deosebit. Dacă giroscopul-satelit cu cădere liberă nu este afectat de precesie într-un sistem de referință inerțial, în schimb într-un sistem legat de stele fixe (telescopul din cadrul experimentului fiind legat de stele prin vizarea stelei Riegel), mișcarea de precesie apare : axa giroscopului (în sistemul de referință inerțial) se înclină în raport de orientarea spre stele sub influența câmpului gravitațional terestru, care variază ca urmare a rotației. Ca o consecință a acestui principiu, experimentul „Giroscopul relativist“ ar putea asigura măsurarea ritmului de calcul a unui sistem inerțial.

În cele de mai sus au fost prezentate doar câteva aplicații în cercetările experimentale de gravitație ale satelitului evoluind pe o traiectorie geodezică, dar acestea sînt mult mai numeroase ; astfel, el poate contribui la măsurătorile precise referitor la densitatea straturilor superioare ale atmosferei, ale plasmei interplanetare, răspîndirea particulelor mediului interplanetar etc.

## RESURSELE TERREI DEPISTATE DIN SATELIT

Un început relativ modest : *ERTS-1* (1972) care demonstra totuși valențele și posibilitățile sateliților artificiali pentru depistarea resurselor terestre, apoi în anul 1975 un nou satelit, care avea să fie atît de solicitat, încît a convins pe deplin de utilitățile tehnicilor spațiale pentru scopuri economice și științifice în beneficiul nemijlocit al planetei natale ; l-am numit aici pe *Landsat-2*. Ulterior, în anul 1978, a fost plasat pe o orbită polară joasă satelitul de teledetecție *Landsat-3* ; ca urmare a succesului repurtat cu seria de sateliți *Landsat*, specialiștii apreciază că în anul 1985 ar putea fi lansat un observator al scoarței terestre dotat de această dată cu o instalație de forță de 12 kW, un telescop cu deschiderea de 2 metri, un radar, precum și aparatură de explorare laser, în ultraviolet și infraroșu, atît de necesară pentru cazul cînd acest explorator (evoluind pe o orbită la altitudinea medie de 1000 km), va dispune de o masă utilă de... 15 tone !...

Activitatea de teledetecție a devenit — cel puțin în ultimii zece ani — una dintre cele mai moderne și cerute aplicații ale astronauticii, cel puțin aceasta este concluzia trasă din rezultatele unor lucrări prezentate la manifestări științifice cu profund caracter practic, ca de pildă : Conferința internațională pentru teledetecția resurselor în zona saheliană (Bamako, 1976), Seminarul internațional de aplicații ale teledetecției (Los Angeles, 1976 <sup>1</sup>) etc.

Pentru a avea o privire mai generală asupra teledetecției și în special a aportului adus acestei noi științe de sateliți artificiali, să reamintim importanța la scară globală asupra condițiilor ecologice a poluării, penuriei de energie etc. Apare aici necesitatea unor prognoze realiste, bazate pe date științifice cît mai

<sup>1</sup> Autorul a participat la acest seminar internațional organizat de O.N.U. împreună cu Federația internațională de astronautică.



precise, obținute prin mijloace adecvate de cercetare și cunoaștere a mediului. În procesul de diversificare a științelor, obiectul de studiu al mai multor științe, ca, geologia, geofizica, meteorologia, oceanografia, geografia etc., este Pământul în ansamblul său, dar pentru aprofundarea cercetării acestuia predomină încă mijloacele de cunoaștere indirectă. În ultima vreme au fost abordate tehnici tot mai moderne de investigare a litosferei, atmosferei, oceanului planetar etc., capabile să conducă la detectarea de noi resurse naturale, la semnalarea unor fenomene neobișnuite oceanice, atmosferice etc. Studiul acestor fenomene din avioane, sau doar de la suprafața Pământului, s-au dovedit insuficiente, starea actuală a mediului putând fi supravegheată eficient doar din satelit, singurul capabil — dacă este dotat cu instrumentație corespunzătoare — să evalueze la scară planetară și corect resursele naturale ale lumii.

Teledetecția, această tehnică nouă de explorare a suprafeței planetei, creează posibilitatea efectuării unui studiu global al Pământului, obținerii rapide a unui mare volum de informații și a interpretării acestora, ceea ce este practic imposibil prin alte metode. De asemenea, teledetecția asigură informații asupra aspectelor statistice ale unor fenomene inaccesibile prin alte mijloace (de exemplu, macrostructura formațiilor noroase, structuri tectonice ale scoarței etc.), aspecte de importanță majoră în privința cunoașterii dinamicii unor fenomene care pot evolua catastrofal (de exemplu, inundații, taifunuri, erupții și chiar cutremure, așa cum am amintit într-un capitol anterior)...

Deci teledetecția vizează să descopere, prin intermediul aparatului montate pe sateliți (dar și pe avioane), strălucirea ultravioletă, vizibilă, infraroșie și în gama hiperfrecvențelor, emisă sau reflectată de suprafața Terrei, care dă indicații prețioase asupra stării în ansamblu a acesteia și a proceselor care au loc pe suprafața scoarței și a apelor, în subsol sau în atmosferă. Se obțin astfel date despre noi zăcămintele minerale, zone cu potențial petrolifer, ape subterane geotermale, supravegherea atacurilor cu paraziți sau insecte dăunătoare, supravegherea produc-

ției mărilor și a oceanelor, studiul dinamicii coastelor marine, controlul poluării mediului, elaborarea de hărți topografice, organizarea teritoriilor și a dezvoltărilor urbane, urmărirea proceselor de eroziune și deteriorare a solurilor, inundațiile etc. etc. Diferitele suprafețe, naturale ori create de om, reflectă în mod diferit radiațiile menționate anterior, astfel că teledetecția se bazează tocmai pe faptul că fiecare corp emite, reflectă sau difuzează radiații electromagnetice pe o lungime de undă caracteristică, proprie, astfel că fiecare corp se poate spune că posedă „semnătura spectrală” individuală.

Pentru a contura complet un program de cercetări, teledetecția are nevoie de trei nivele de cercetări, observații și măsurători : la sol, din avion și din satelit, deoarece operațiile de teledetecție din spațiul atmosferic ori extraatmosferic au nevoie de verificări și confruntări la sol ; am putea adăuga aici și faptul că rezultatele actuale ale fotografiilor și observațiilor de teledetecție au nevoie de tehnica de calcul, pentru descifrarea rapidă a rezultatelor și punerea la îndemina celor care folosesc rezultatele a unor informații eficiente, în timp util.

În scopul găsirii căilor celor mai corespunzătoare de dezvoltare a tuturor regiunilor globului, primele date sînt furnizate de aparatele montate pe avioane-laborator și pe sateliți de teledetecție, pe fotografiile respective evidențiindu-se natura exactă a terenului studiat ; fotografiile din satelit pot fi luate succesiv pentru aceeași porțiune de teren, pe perioade diferite ca luminozitate și ca sezon. Spre exemplu, o schimbare a nuanței unei regiuni de păduri, greu sesizabilă de un observator terestru, poate indica prezența unei pînze freatice, a unui depozit de minereu subteran etc.

Au trebuit ani de muncă și imensă răbdare și minuțiozitate pentru topografi și cartografi, pentru a trasa harta unei țări ; această amplă și de mare răspundere activitate a multor oameni poate fi înlocuită de un șir de fotografii, luate la interval de cîteva ore, de un satelit de teledetecție, care poate preciza coas-

tele, regiunile muntoase, apele, aglomerările urbane, natura terenurilor cultivate, densitatea și natura pădurilor, într-un cuvânt imaginile geografice, economice și fizice ale unei țări, regiuni etc.

În afara aparatelor de fotografiat, teledetecția mai folosește și dispozitivele de baleiere multispectrală, asemănătoare tubului de televiziune, care iau imagini linie cu linie, precum și dispozitive radar, care pot lua „imagini” pe orice timp și chiar noaptea; primul satelit de teledetecție (*ERTS-1* — satelit tehnologic pentru investigarea resurselor Pământului) a fost lansat în 1972 și a explorat mulți ani cu cele trei camere de luat vederi suprafața Pământului. Fiecare cameră opera cu 4 400 de linii de explorare, cu un ciclu de 25 secunde, înregistrând concomitent suprafețe de  $185 \times 185$  km, satelitul posedând și un dispozitiv de înregistrare prin baleiere multispectrală, care memora patru benzi spectrale, din care ultima în zona infraroșie apropiată a spectrului; imaginile puteau fi transmise direct sau memorate într-o memorie (capacitatea: circa 30 de miliarde de biți!) în scopul unei transmiteri ulterioare. Această combinație de aparate a servit pentru observări simultane ale unei game diferite de stări ale suprafeței survolate, greu sau imposibil de perceput în lumină obișnuită. Combinația electronică a 2—3 benzi spectrale a condus la obținerea de fotografii color compuse, pe care culorile nu sînt naturale: de exemplu, vegetația apare în roșu, apele în negru sau albastru închis, terenurile arate—cenușiu/negru etc.

Mișcarea satelitelui pe orbită a fost astfel calculată încît el să „revină” după fiecare 18 zile deasupra aceleiași zone, la aceeași oră din zi, deci cînd lumina solară are același unghi de incidență, în vederea detectării fenomenelor variabile în timp (cum ar fi creșterea plantelor), identificîndu-se tipurile de vegetații, evoluția acestora, în fine, „semnătura” fiecărui teren... Datele înregistrate de la sateliți la stații de recepție special am-

plasate și dotate<sup>1</sup> sînt prelucrate de specialiști care elaborează hărți tematice și furnizate beneficiarilor sub formă de fotografii sau hărți. Beneficiarii pot clasifica culturile și pot prognoza recoltele, pot lua măsuri eficiente contra dăunătorilor sau a secetei, pot localiza și declanșa lucrări de prospectare a zăcămintelor de minereuri și minerale utile. Țara noastră a folosit și folosește imagini luate din satelit pentru problemele de teledetecție, aplicații practice etc., mai ales în Delta Dunării, precum și în zona Munților Vrancea.

În ianuarie 1975 a fost lansat al doilea satelit de teledetecție, denumit *Landsat-2*, și plasat pe o orbită tot polară, la aceeași altitudine cu *ERTS-1*, însă cu un decalaj de fază de  $180^\circ$ . Astfel, cu cei doi sateliți se pot face înregistrări la fiecare 9 zile asupra aceleiași zone geografice, la o anumită oră din zi. Reducerea ciclului de înregistrări de la 18 zile la numai 9 zile are mari avantaje pentru multe aplicații, printre care agricultura deține primatul, putîndu-se astfel estima productivitatea recoltelor.

Bunele rezultate obținute de la acești doi primi sateliți au permis lansarea celui de-al treilea satelit de teledetecție *Landsat-3*, dotat cu aparatură de înregistrare mai sofisticată, putînd face înregistrări și în zona termică a radiațiilor infraroșii, pentru a obține noi informații despre harta termică a Terrei.

Teledetecția aduce deja imense beneficii geografiei: să ne imaginăm doar lucrările pe care le reprezintă pentru geografi trasarea cursului unui fluviu, cu numeroasele sale meandre, afluenții etc. Satelitul ușurează enorm această activitate deoarece cu camerele de luat vederi sinoptice și panoramice, dotate cu dispozitive radar și cu laser, pot fi trasate hărți la scară planetară, cu precizii ridicate, la scara 1:250 000 și chiar la scara 1:50 000; scara 1:250 000 poate fi obținută de la altitudini

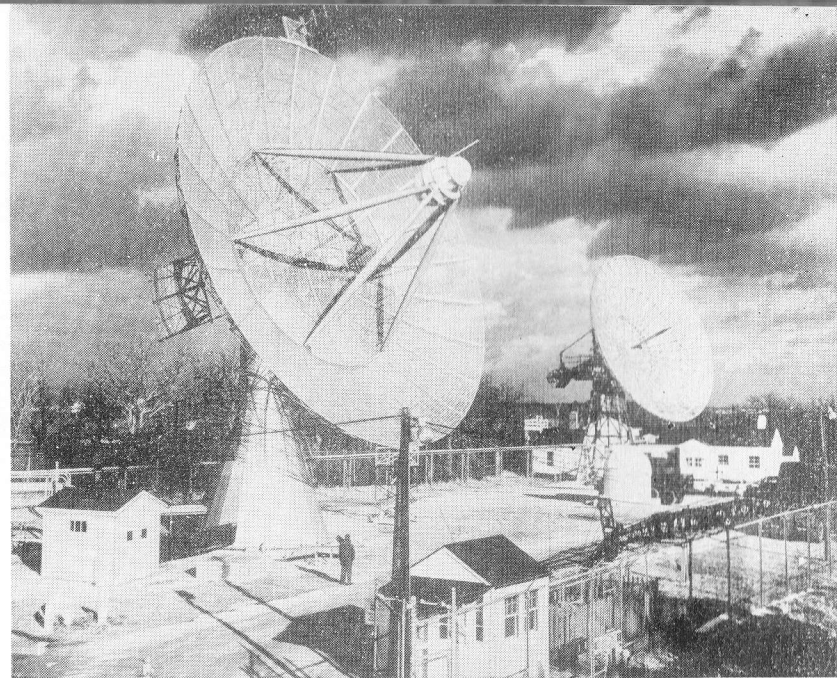
<sup>1</sup> Autorul a luat nemijlocit cunoștință cu aceste activități cu ocazia vizitării stației de recepție a imaginilor și datelor de la sateliții *Landsat* din Riverside, California (S.U.A.), precum și a laboratoarelor de prelucrare a acestor date de la Universitatea din California, Berkeley Campus.

de circa 200 km, folosind camere fotometrice. Imaginile sinoptice succesive pot da indicații prețioase privind : proporția bazinelor de sedimentare, deplasarea zonelor glaciare, aportul afluenților marilor fluvii, nivelul lacurilor și al barajelor, creșterea deltelor, gradul de poluare a apelor și a atmosferei, evoluția bancurilor de pești etc.

Cu detectoare telecomandate este posibil să se măsoare, rapid și pe zone foarte întinse, temperatura solului și nivelul hidrostatic, mărimi caracteristice atunci când se cercetează probleme agricole, miniere, horticole, hidraulice etc.

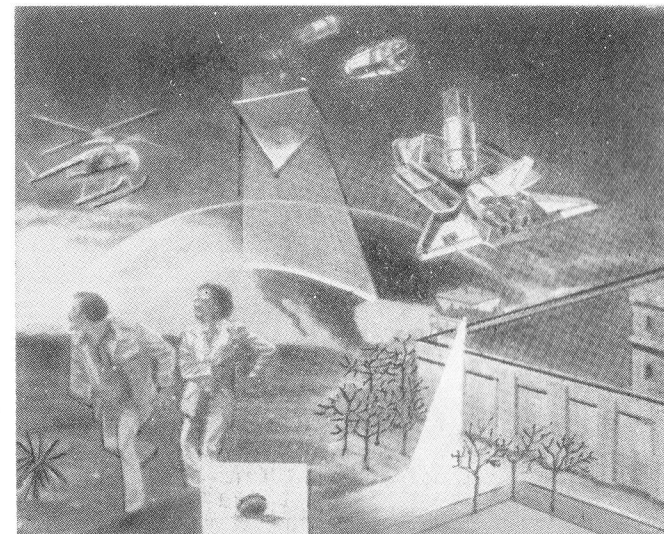
Cercetările de geologie și detectările prospective fac apel la detectoare speciale, fotografiile nefiind suficiente : imaginile radar dau primele indicații, urmînd explorări în IR, UV, apoi cu spectrometre, gravimetre și magnetometre se poate „cerne” cu mare precizie poziția unui zăcămint ; astfel sateliții permit pentru prima dată studiul științific al resurselor posibile...

Am amintit despre utilizarea tot mai intensă a teledetecției în investigarea geologică a subsolului, a resurselor minerale ale acestuia, mai ales că — spre deosebire de imaginile aeriene, luate doar în banda  $0,36-0,72 \mu\text{m}$  — imaginile de teledetecție din satelit permit înregistrări în domeniul frecvențelor așa-numite active ( $0,3-20 \mu\text{m}$ ) precum și pasive ( $0,5\text{mm}-5 \text{ m}$ ), ceea ce extinde apreciabil posibilitățile de investigare. Cercetările geologice, mai ales în regiunile greu accesibile, nici nu se pot concepe astăzi fără a se apela la satelitul de teledetecție. Prețul de cost al sateliților de detecție a devenit deja competitiv, iar suprafețele acoperite sînt foarte mari și apreciate ca excepționale pentru lucrările de prospecțiuni și explorări geologice. Desigur, problematica din geologie nu se poate reduce doar la descoperirea minereurilor sau a zăcămintelor de țiței. O problemă de bază, mai ales în etapa actuală a cercetărilor privind descoperirea de noi surse de energie, o constituie obținerea de informații asupra proceselor termice și geotermice care se petrec pe Pămînt. Prin realizarea de către sateliții de teledetecție sau chiar meteorologici, dar corespunzător echipați, a unor versiuni pre-

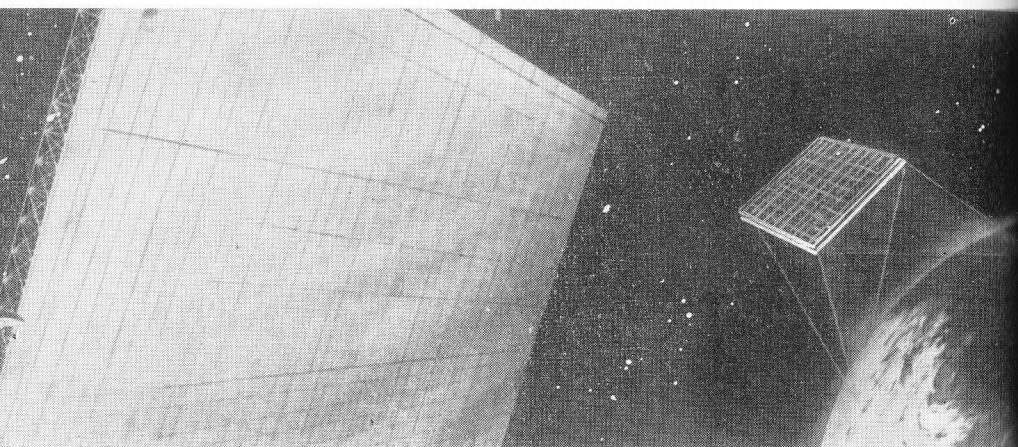


Centru de urmărire și dirijare a sistemelor de meteosateliți la scară planetară pentru prevederi pe termene lungi.

Concepție de sateliți de urmărire și control a navigației costiere.

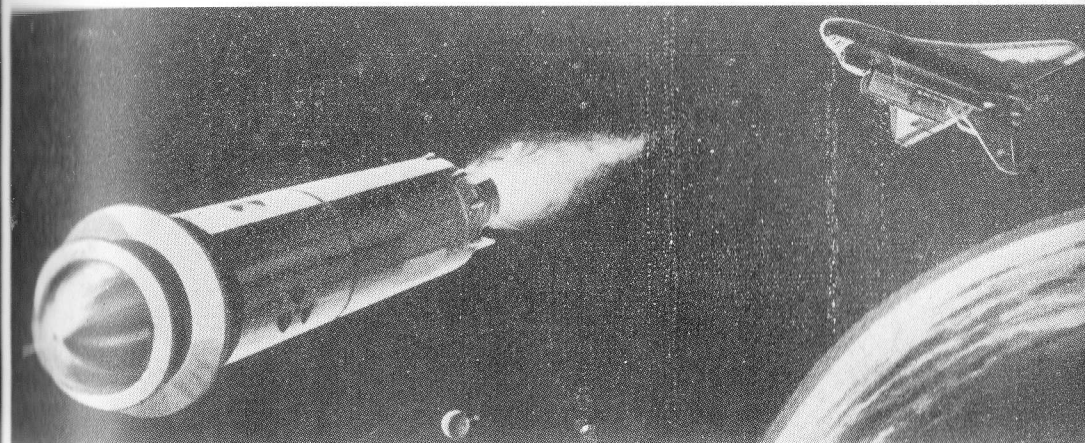
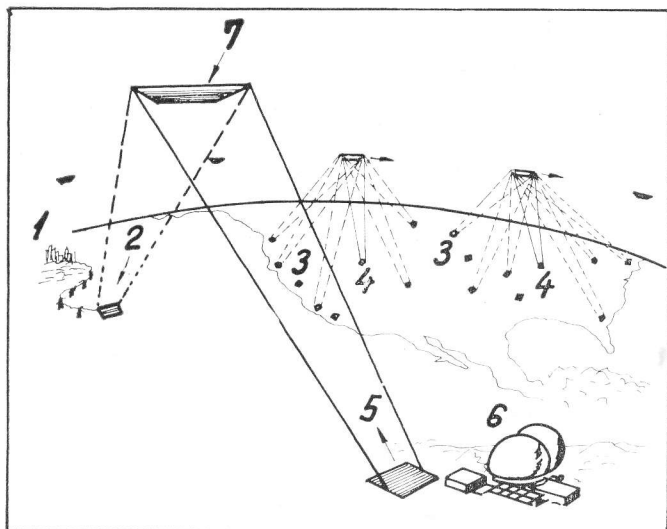






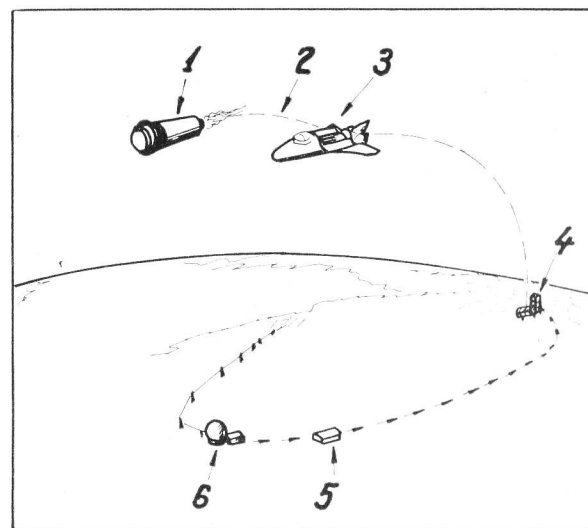
Pe orbită un imens reflector pentru „iluminarea” unor suprafețe terestre limitate, cu energie electrică provenită din transformarea directă a radiațiilor solare.

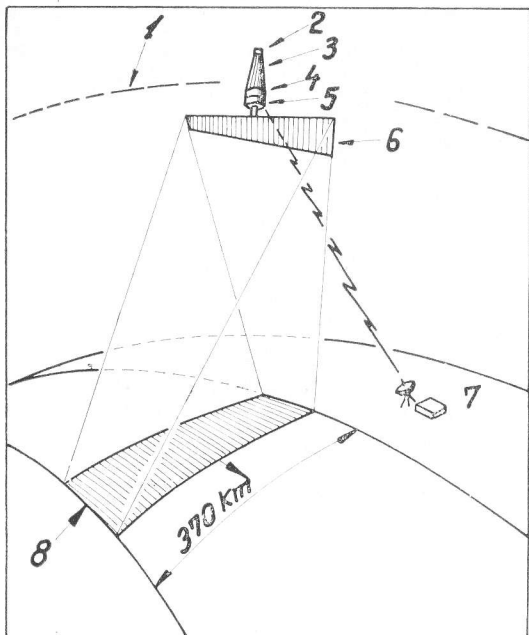
Sateți distribuitori de energie electrică, provenită în viitor din prelucrarea directă pe orbită a energiei solare; sistemul include, în proiect, 200 de asemenea sateți-reflector, fiecare cu latura de 200 m. 1—100 de consumatori (orașe) pentru fiecare sursă; 2—3 — Zona de recepție cu latura de 1 km; 4—5 — Stații de emisie; 6 — Centrala electrică; 7 — Sateți-reflector (putere 20 kW; greutate — 15 t).



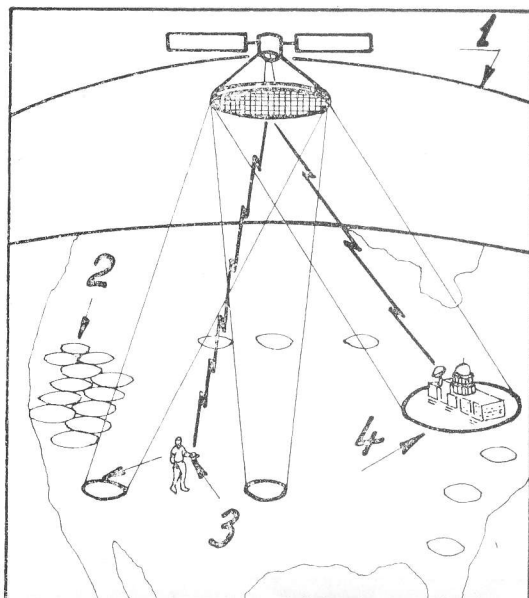
Schema funcțională și de impresie artistică a unui proiect de „aruncare” a deșeurilor radioactive pe o traiectorie care să le scoată din sistemul solar.

1 — Etaj de transfer (1250 kg); 2 — Traietorie de ieșire din sistemul solar; 3 — Naveta spațială; 4 — Cosmodrom; 5 — Uzină nucleară; 6 — Centrală.



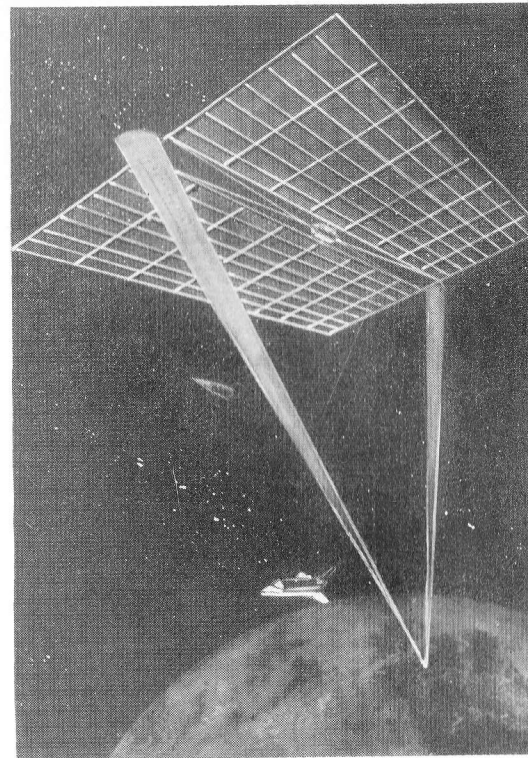


Satelit pentru cartografierea so-lului cu radar; proiect 1990.  
1 — Traiectorie joasă (400 km);  
2 — Pilă atomică de 2,5 MW;  
3 — Răcitor; 4 — Generator ter-moelectric; 5 — Radar; 6 — An-tenă pentru emisie de 1 MW;  
7 — Stație recepție-interpretare date; 8 — Zonă acoperită de antenă.

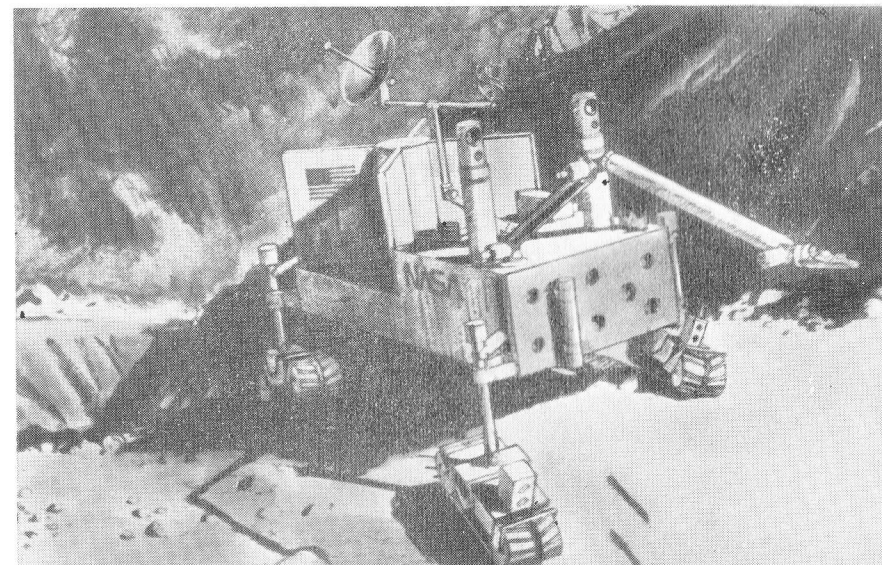


Satelit destinat în viitor sondaje-lor de opinie publică rapide.  
1 — Orbită ecuatorială; 2 — Orașe etc.; 3 — Mesaje de 10 biți;  
4 — Emițător.

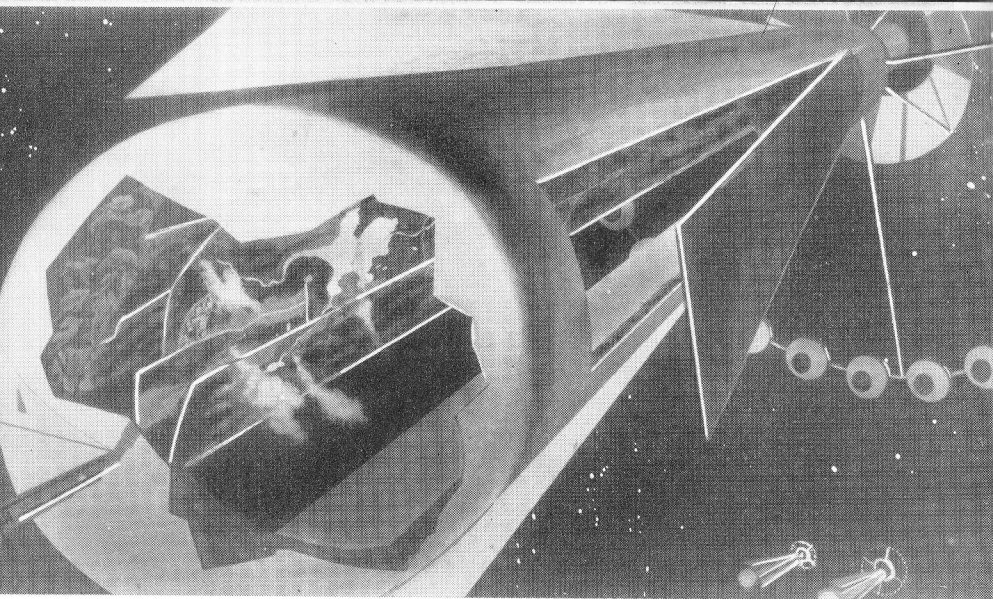
Proiectul stațiilor helioorbitale ca-pabile să transforme direct ener-gia luminoasă emisă de soare în energie electrică; amplasare la 36 000 km deasupra ecuatorului terestru cu ajutorul navetelor or-bitale și a remorcherelor TUG.



Explorator-robot al suprafeței marțiene, capabil — în concepția creatorului său de la „Jet Propulsion Laboratory-Pasadena — să se deplaseze sute de kilometri pe suprafața planetei.

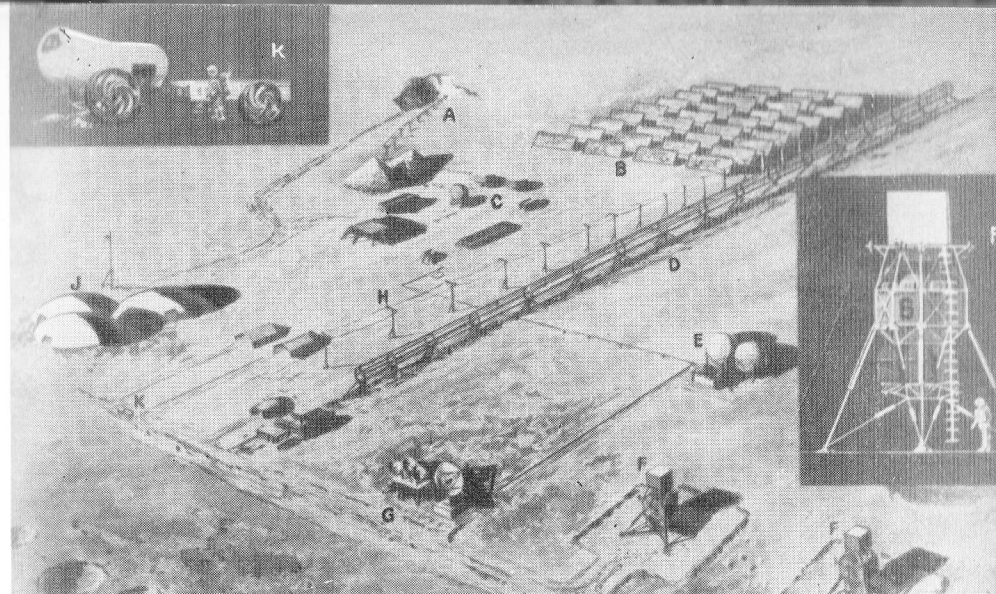
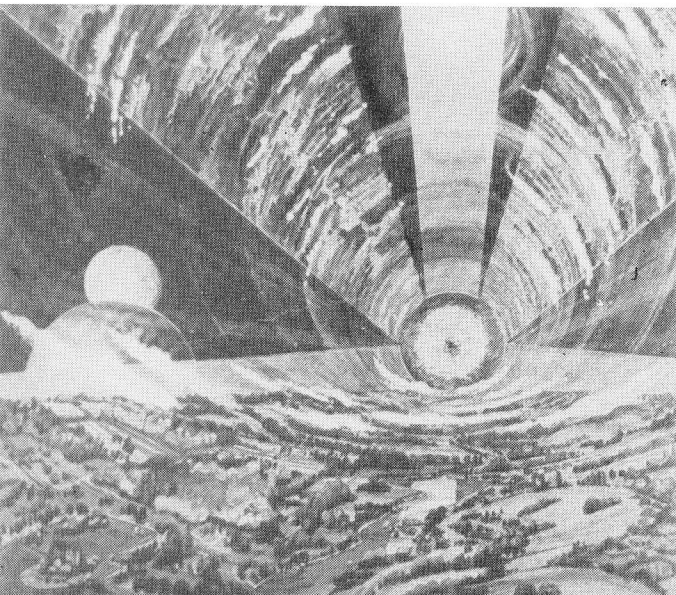






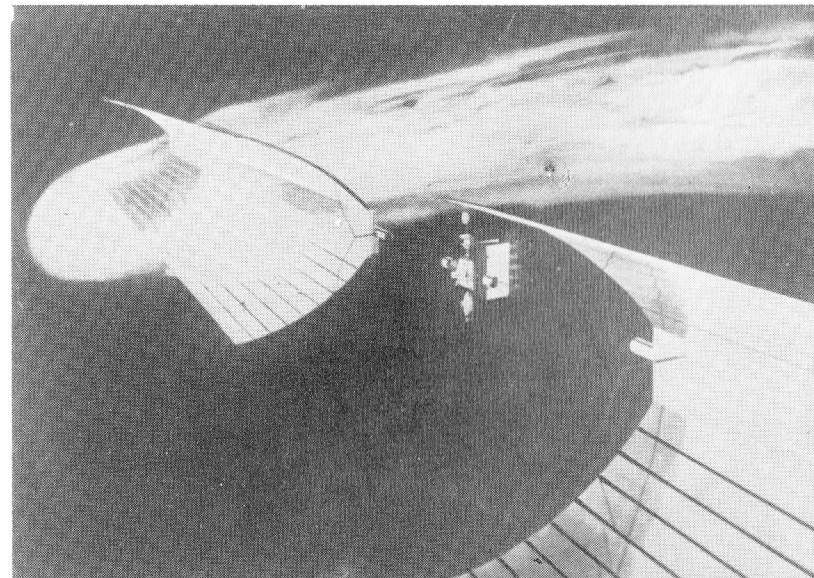
În concepția lui G.K. O'Neill, așa ar urma să arate la începutul secolului XXI, ansamblul unei colonii spațiale pentru 10 000 de montori cosmici, format din doi cilindri imenși (diametru — 200 m, lungime — 1 km), cu gravitație artificială și atmosferă controlată.

Interior prezumtiv al unei colonii spațiale cilindrice, imaginat de O'Neill în lucrarea „The High Frontier“.

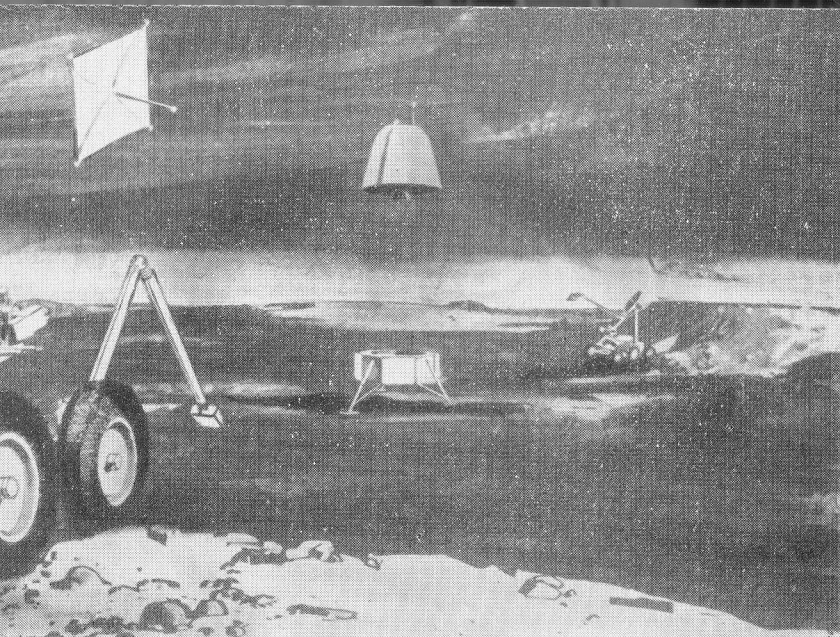


Proiect de laborator lunar, elaborat de „British Interplanetary Society“ :  
 A — explorare minieră ; B — heliocentrală ; C — stocare a energiei ;  
 D — propulsor electromagnetic pentru materialele necesare coloniei spațiale ; E — stație de comandă ; F — lansare de nave lunare ; G — radar ;  
 H — linie de forță ; J — locuințe ; K — lunomobil.

Organizarea unei stații științifice orbitale cu mari panouri solare, destinată urmăririi și explorării cometelor și prevăzută cu motor electrosolar.

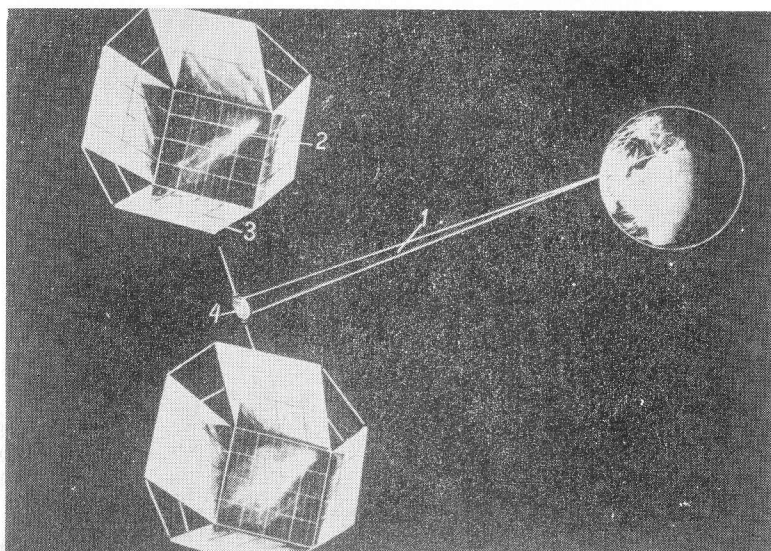






Stații automate interplanetare dotate cu velă solară, destinate în anul 1985 să aducă pe sol mostre de rocă marțiană (JPL — Pasadena).

Proiectul unei heliocentrale instalată pe o orbită geostaționară :  
 1 — fascicul de microunde ; 2 — convertizoarele cu uriașe panouri  
 cu celule solare ; 3 — oglinzi concentratoare a energiei solare ;  
 4 — antenă cu diametrul de 1 km (pe sol sînt receptoare cu o su-  
 prafață de 100 km<sup>2</sup>).



lucrate ale imaginilor în infraroșu prin descompunerea electro-  
 nică a nuanțelor de cenușiu în diferite categorii de culori, au  
 putut fi descoperite regiuni mai calde, evidențiindu-se chiar di-  
 ferențe ale temperaturilor medii de ordinul zecimilor de grad  
 (în cadrul respectivei zone calde analizate). Cercetarea regimu-  
 lui termic al unei ape — fie ea chiar curgătoare — asigură in-  
 formații privind gradul de poluare prin evacuarea de deșeuri  
 industriale, precum și influența activității industriale asupra  
 microclimatului, mai ales în centrele urbane.

Imaginile „calde” ale atmosferei terestre pun în evidență  
 influența traficului aerian ; deasupra Europei, spre exemplu,  
 acesta are o influență nocivă asupra conținutului în ozon, pre-  
 țioasa „barieră” în calea traversării atmosferei de către razele  
 solare ultraviolete, nocive pentru organisme dacă nu ar fi fri-  
 nate astfel.

Satelii artificiali, dotați cu aparatură capabilă să ia și să  
 transmită imagini în domeniul infraroșu (IR) al spectrului per-  
 mit detectarea așa-numitelor „zone fierbinți” pe globul teres-  
 tru, regiuni susceptibile pentru amplasarea de viitoare centrale  
 geotermice. Pe scurt, se apreciază că tehnica de obținere a unor  
 imagini IR cu ajutorul unui satelit de teledetecție, ar putea fi  
 explicată astfel : deoarece „transparența” atmosferei este ma-  
 ximă atunci cînd este traversată de radiațiile electromagnetice  
 din banda 10—12  $\mu\text{m}$ , se apreciază că este optimă încadrarea  
 în acest domeniu, care mai este numit și „fereastra infraroșie” a  
 temperaturii de radiație a scoarței globului ; ca urmare, sen-  
 zorii (receptorii de radiație) montați pe satelitul de teledetecție  
 vor fi calibrați în mod corespunzător. În acest caz, suprafața  
 scoarței va fi explorată prin baleiere din Cosmos, cu ajutorul  
 unui contor de radiații atmosferice, denumit și actionometru în  
 infraroșu, destinat să înregistreze în domeniul lungimilor mari  
 de undă. Recepționarea imaginilor de termoviziune cosmică de  
 către senzori implică existența unor sisteme optice complexe,  
 incluzînd oglinzi rotitoare, filtre, lentile, oglinzi bicromatice etc.  
 Această operație trebuie urmată de transformarea „termoima-

ginilor", punct cu punct, în variații corespunzătoare ale unor mărimi electrice aferente unor semnale. La rîndul lor, aceste semnale se transmit unor stații terestre, unde va avea loc descifrarea și reconstituirea imaginilor (baleiaj cu densități medii pînă la 120 linii/mm). Măririle apreciabile (în viitor, pînă la 150X) permit sesizarea detaliilor de ordinul kilometrului pătrat, iar în viitor, pînă la zeci de metri pătrați !

Întrucît se cunoaște că depozitele de minereuri metalice sînt adesea asociate marilor falii și depresiuni ale subsolului, tocmai acum se vedește avantajul tehnicilor spațiale, deoarece studiul prin mijloace clasice al acestor falii este greoi și chiar periculos. Două exemple par concludente : mai întîi interpretarea unor imagini luate din satelitul de teledetecție asupra Munților Stîncoși, în banda 0,8—1,1  $\mu$ m (infraroșul apropiat) și reținîndu-se faptul că majoritatea zăcămintelor de minereuri sînt localizate în imediata vecinătate a punctelor nodale ale fracturilor, au fost precizate unele zone de perspectivă pentru exploatare (printre care erau și unele deja cunoscute, ceea ce a perfectat și omologat metoda) ; un al doilea exemplu îl constituie explorările pentru cartări geologice efectuate cu ajutorul imaginilor din satelit asupra regiunii Banatului, de către cercetătorii Institutului de geologie și geofizică din București.

Tehnica teledetecției are ample aplicații și în cercetarea meteorologică, iar aprecierea dată de cercetătorul român Toma Runcanu ni se pare concludentă : „Teledetecția în etapa actuală extinde posibilitățile de analiză și studiu, la mezo și microscară, a proceselor și fenomenelor fizice care au loc în atmosfera terestră ; ea adîncește studiul interacțiunii dintre atmosferă și suprafața terestră, caracteristicile de transfer radiativ ale atmosferei, fizice și microfizica norilor etc., permițînd deducerea aspectelor practice pe care le constituie aprecierea fenomenelor periculoase și a daunelor cauzate de acestea“.

Imaginile de teledetecție relevă, în timp, deplasările banchizelor, a ghețurilor arctice și lenta deplasare a platoului gla-

ciar, inclusiv deplasările aisbergurilor atît de periculoase pentru navigație.

Tot teledetecției îi revine sarcina de a face înregistrări ale variațiilor cîmpului magnetic terestru, știut fiind faptul că fiecare neregularitate la nivelul acestor înregistrări ale cîmpului magnetic „oglindește“ prezența unor depozite metalice în subsol. Trasînd harta acestor variații, la o anumită altitudine, se pot detecta anomalii care se referă la grosimea scoarței terestre, evidențiind prezența depozitelor metalice ; se apreciază că asemenea metodă va asigura descoperirea unor depozite imense, foarte adînci sau localizate în subsolul oceanelor sau al mărilor, unde detectarea prin mijloace clasice nu dă rezultate sau nu poate fi folosită ; metoda de detectare magnetică cuplată cu procedeele fotografice, susceptibilă să detecteze faliile geologice, va asigura descoperirea resurselor metalice ale Terrei și, poate, chiar resursele carbonifere. Detectarea nodulilor polimetaliici aflați în adîncurile oceanelor constituie o sarcină de mare amploare, deoarece se apreciază că numai în Oceanul Pacific s-ar afla circa 15 000 miliarde de asemenea noduli, capabili să livreze 280 000 t de mangan, 30 000 t de nichel, 3 000 t de cobalt etc. Dacă se reamintește că anual la asemenea rezerve se adaugă 10 miliarde tone de noi depuneri metalice, datorită aluviunilor care se scurg zilnic din marile fluvii continentale, rezultă că detectarea și prospectarea resurselor submarine nu ar costa mai mult decît cele terestre, ba chiar cheltuielile efectuate în acest scop — devenite acum clasice cu teledetecția prin satelit — ar fi de numai 50—75% din cele necesitate de exploatarea zăcămintelor terestre...

Relativ recent, specialiștii ne-au oferit o „hartă a anomaliilor magnetice ale Terrei“, folosindu-se în acest scop o serie de sateliți artificiali, care au evoluat pe orbite polare, în cadrul programului POGO (Polar Geophysical Observatory) și au permis obținerea unui număr extraordinar de mare de măsurători, des-

cifrate și ordonate doar cu marile calculatoare electronice disponibile la NASA. La intervale de 7 secunde, deci la distanțe de aproximativ 50 km, dispozitivele de la bordul sateliților înregistrează date referitoare la aproape 400 000 de măsurători !

Evitarea oricăror inexactități s-a făcut eliminându-se înregistrările în perioadele de maximă activitate magnetică a Pământului (și a Soarelui), cele făcute de la mari altitudini și din zona aurorelor polare ; de asemenea, au fost excluse înregistrările efectuate în perioada dintre orele 9 și 15 (ora locală) când influența variațiilor diurne ale câmpului magnetic este maximă. Harta obținută în final marchează anomaliile din partea vestică a Africii (zona Bangui), intensitățile ridicate din zona peninsulară a Indiei, precum și cele foarte scăzute din Asia de vest, de sud și de est ; a fost evidențiat magnetismul crescut din zona țărmului american al Atlanticului și pînă în zona centrală a țărmului Pacificului, situație atribuită structurii geologice a zonei respective, în timp ce regiunile dintre Golful Mexic și țărmurile Braziliei sînt caracterizate printr-o scădere a intensității câmpului magnetic, fenomen încă neelucidat. În timp ce bazinul Pacificului este caracterizat prin „calm“ magnetic, bazinul Atlanticului are căderi bruște ale intensității magnetice. Continuarea programului POGO prin programul MAGSAT (sateliți magnetometrici), care prevede lansarea tot pe orbite joase (circa 200 km) a unor sateliți dotați cu magnetometre foarte sensibile, va aduce clarificări în această problemă actuală.

Tot de teledetecție ține și evidențierea zonelor cu resurse de apă potabilă sau industrială ; se estimează la 1330 milioane km<sup>3</sup> volumul de apă reprezentat de oceane, mări, lacuri, ghețuri și fluvii pe sol. În subsol ar fi circa 10 milioane km<sup>3</sup> de apă sub formă lichidă. În fine, atmosfera reține în medie 13 000 km<sup>3</sup> de apă sub formă de vapori ; în medie, anual se evaporă circa 400 000 km<sup>3</sup> de apă, cea mai mare parte (320 000 km<sup>3</sup>) provenind din oceane, dar rămîn cam 80 000 km<sup>3</sup> care provin din lacuri,

fluvii, râuri și chiar din sol, prin intermediul circuitului de evaporare al plantelor. Acest proces care, în ansamblu, condiționează clima unei regiuni a primit denumirea de „evapotranspirație“ și este în programul tuturor experimentelor de teledetecție. În fiecare moment, în cadrul ciclului hidrologic mondial, pentru fiecare 100 000 l de apă existenți pe sol, se găsesc în „mișcare“ circa 500 000 l, restul aflîndu-se „în rezervă“ în calotele polare, oceane, lacuri etc. Rezervele planetare de apă vor fi mai bine cunoscute atunci cînd fotografiile în infraroșu și măsurătorile de radiolocație făcute din satelit vor permite urmărirea exactă a acestor mișcări din ciclul hidrologic, reperîndu-se pe zone cantitățile de apă care revin în oceane, invadările de estuare, pierderile de terenuri cultivate, dezvoltarea recifelor coraliere etc. Conform părerii unui specialist român, dr. H. Grumezescu, imaginile din satelit au permis mai buna cunoaștere a apelor freatice din zona stației hidrogeologice experimentale Cilibia, între râurile Buzău și Călmățui, iar apoi din șesul aluvial al Siretului, care prezintă o mare importanță economică (agricol, hidrotehnic) ; se poate aprecia, conform părerii specialistului român, că în viitor tehnicile de teledetecție vor da bune rezultate pentru evaluarea apelor freatice din cîmpiile acoperite cu depozite macroporice și depozite nisipoase.

În introducere la acest paragraf, aminteam despre proiectul viitorului *Landsat* din anul 1985, care — de pe o orbită heliosincronă, la altitudinea de aproape 1000 km — va detecta prin imagini multispectrale de mare rezoluție și fotografieri pe orice vreme (în IR, UV și radar) aspecte atmosferice, resurse ale solului și subsolului, starea pădurilor și a culturilor, infestările cu dăunători, modificările climatice etc., în banda 0,4—4 μm (respectiv zona radar și UV), precum și în spectrul vizibil (3—30 μm) și cel al microundelor, deoarece va poseda o rezervă mare de putere (12kW). Plasarea pe orbită și întreținerea acestui mare satelit, dotat cu telescop și greu de 15 t, se va face cu ajutorul navetei spațiale.



## SATELITUL AGRICOL ȘI DEZVOLTAREA CULTURILOR

„Dacă informațiile provenite de la un satelit specializat vor fi prelucrate într-un laborator de mare anvergură, va fi posibil să se prevadă — la scară mondială — importanța recoltelor...“ La aceste cuvinte, rostite de fostul director al NASA, dr. James Fletcher, în 1976, cu ocazia raportului în fața Congresului S.U.A., privind problemele spațiale, am putea adăuga că doar „sateliții agricoli“ vor fi capabili să ajute adaptării culturilor specificului terenurilor, pentru ca cei circa șase miliarde de oameni pe care-i va adăposti Terra în anul 2000 să poată fi hrăniți !...

Rezultatele experiențelor desfășurate în decursul anului 1976 în diferite regiuni ale S.U.A. în cadrul programului LACIE (Large Area Crop Inventory Experiment) au confirmat posibilitatea de a folosi numeroasele informații furnizate de sateliți în scopul prevederii viitoarelor recolte și chiar a repartizării culturilor în raport de natura terenului. Acest program, organizat de NASA și de NOAA (Administrația națională americană pentru oceane și atmosferă) și care a făcut apel la avioane și sateliți GEOS, LANDSAT și NOAA (meteorologic), a avut ca linie directoare combinarea informațiilor de teledetecție cu previziunile meteo prin satelit. Specialiștii și-au propus de a stabili modele de acțiuni agricole care ar putea fi folosite în diferite tipuri de terenuri, existente pe glob; umanitatea va dispune în curând, deci, de modele pentru fiecare tip de cultură, având în vedere particularitățile terenurilor precum și de factorii: umiditate, direcția vînturilor dominante, istoria agricolă a terenului, adică fenologia respectivei culturi etc. Acest lucru va deveni posibil, deoarece imaginile luate din spațiu pot releva nu numai evoluția vegetației, dar și numeroase amănunte privind solul. Astfel, dacă asupra unei regiuni este îndreptat un ansamblu de camere de luat vederi, acționînd în anumite benzi ale lungimilor de undă — avînd în vedere atît spectrul vizibil cît

și cel infraroșu — se poate obține, de fapt, harta reflectivității solului. Citirea acestor hărți, cu ajutorul unui program special la calculatorul electronic, permite evidențierea naturii vegetației, starea recoltelor, starea terenului, natura minerală a rocilor componente etc. Dacă calculatoarele destinate cercetărilor științifice lucrează de obicei în limbaj FORTRAN sau ALGOL, pentru descifrarea imaginilor de teledetecție au fost inventate limbaje specializate, cum a fost cel creat de F. Soreen, care combină 12 valori (parametri multispectrali, tipurile de sol, date privind semințele, sau umiditatea ori componența solului etc.), sau cel numit LARSYS, recent generalizat, în cadrul căruia reflectivității fiecărei culturi pe un anumit sol i se asociază o așa-numită „semnătură spectrală“.

Pentru a se trece la exploatarea practică în folosul agriculturii a informațiilor furnizate de sateliții de teledetecție, au fost elaborate mai multe proiecte, dintre care unul este satelitul agricol EPIC (Earth Poyting Instrument Carrier), destinat să supravegheze vegetația din diferite regiuni ale globului. La abordarea acestui program s-au avut în vedere bunele rezultate obținute în aplicarea teledetecției în agricultură atît în S.U.A. cît și în U.R.S.S. și Canada. Aceste rezultate au permis să se treacă la elaborarea unui sistem operațional capabil să furnizeze în fiecare sezon inventarieri ale producției agricole și să prevadă recoltele. Știință tină, teledetecția a avut nevoie de un „lexic“, un fel de dicționar enciclopedic care să conțină rapoartele dintre spectrele energetice ale radiației recepționate („semnăturile spectrale“ amintite anterior) și starea, natura, perioada etc. a ciclului vegetației care a emis respectivul spectru energetic recepționat și transmis la sol. Doar astfel este posibilă o interpretare corectă a imaginilor de teledetecție privind starea bună sau nu a unei recolte, altfel — datorită lipsei „martorului la sol“ — orice ploaie survenită în momentul cînd se iau imaginile din satelit va schimba adevărata situație, dar numai pentru moment, înșelînd pe cercetători. Tehnica necesară: rezo-

luția analizorilor multispectrali de la bordul sateliților de teledetecție este — de regulă — 80 m, adică cea mai mică suprafață receptată de către senzori este un pătrat cu latura de 80 m, iar informația purtată de satelit este o radiație care reprezintă suma integrală a radiațiilor elementare componente emise de fiecare din vegetațiile existente pe zona avînd suprafața menționată. Această rezultată, dacă o putem numi astfel, care este afectată de un coeficient numit densitate optică (mărime care este proporțională cu radiația), se traduce prin parametrii unui punct. Ansamblul punctelor cu aceeași valoare a densității optice înformează asupra stării suprafeței, în limitele menționate în „lexic”-ul amintit anterior ; dacă se admite cunoscut randamentul mediu la hectar pentru o anumită cultură, la o perioadă dată și într-o regiune cu parametri cunoscuți, devine relativ ușor să se evalueze global starea unei recolte și să se extrapoleze apoi previziunile. Este tocmai ceea ce se pregătește prin acele modele în curs de analiză și destinate în viitor să facă din agricultura ajutată de sateliții agricoli o știință foarte exactă, aproape complet scoasă din gradul de imprevizibilitate în care capriciile vremii o mențin încă. Un asemenea program a fost deja experimentat pentru grâu, pentru prevederea recoltei în 1977 după un program comun de cooperare între S.U.A. și Canada, folosindu-se ca surse : informațiile de la sol, fotografiile din avion și satelit, istoria agricolă a regiunilor explorate, fenologia cîmpului de grâu și umiditatea.

Fotografiile din spațiu au fost furnizate de satelitul de teledetecție *LANDSAT*, evoluînd la altitudinea de 913 km și „adunînd” imagini de pe suprafețe de  $185 \times 185$  km, ceea ce asigură ca, ținînd seama de decalajul zilnic al zonelor survolate, banda de suprafață planetară urmărită să fie în întregime fotografiată în decursul a 18 zile ; au fost utilizate două camere de luat vederi, una de tip Vidicon cu trei canale pentru trei benzi spectrale și alta cu baleiaj mecanic multispectral, cu patru canale, dintre care unul în banda infraroșie a spectrului.

Informațiile din spațiu privind fenologia unei culturi, fie ea de grâu, orez etc., adică ansamblul stadiilor de dezvoltare a plantei respective, au fost stabilite în raport de puterea de emisivitate (radiația reflectantă respectivă) corespunzătoare fiecărui stadiu de evoluție ; se apreciază de către specialiștii în teledetecție și în biologie, că există în total 11 etape distincte, dintre care mai importante sînt prima (răsăritul), a cincea (dezvoltarea frunzelor), a opta (aparitia ultimei frunze), a zecea (înfloritul) și a unsprezecea (maturizarea). Umiditatea, parametru esențial strîns legat de climă, este măsurată de meteosateliți, dar și de sateliții de teledetecție, sateliții *LANDSAT* transmițînd hărți excelente ale umidității solului.

Pentru aprecierea recoltei se admite că ziua apariției plantelor poate fi botezată ziua *Z* ; imaginile încep să devină interesante începînd din ziua  $Z + 40$ , cînd plantele posedă trei frunze, astfel încît suprafața acoperită a solului depășește 50%. Cea mai mare parte a calităților spectrale relevate de către sateliți privesc în această etapă vegetația și nu solul. Se poate aprecia că în special o cultură de grâu pe un sol sărac în umiditate și în azot are un răspuns spectral inferior ca intensitate, față de cazul unui sol normal ; de aici rezultă că producția lui va fi inferioară față de cîmpul normal, însă, va fi mai puțin vulnerabil în cazul unei secete. Între stadiul de plantă cu trei trunze și cel al solului acoperit în proporție de 80%, se scurg cam 18 zile (ziua  $Z + 58$ ) ; ca urmare, sateliții vor trebui să cuprindă Terra în mai puțin de 18 zile, iar acest deziderat devine realizabil abia cînd a fost lansat (pentru cazul programului analizat acum) și un al doilea satelit de teledetecție *LANDSAT-2*, ceea ce reduce perioada de acoperire a Terrei la numai nouă zile. Cînd solul este acoperit în proporție de 80%, culturile sînt încă verzi, fiind vizibile aproape toate benzile spectrale ; după încă 18 zile, adică în ziua  $Z + 76$ , solul este acoperit 100%, iar plantele sînt aproape coapte. În această fază, grîul fertilizat nu se deosebește de cel nefertilizat, însă nu poate fi confundat cu pajiștea.

Prevederea recoltei este apreciată ca o operație în doi timpi ; ea rezultă din înmulțirea a doi factori : suprafața totală a câmpului și randamentul mediu. Calculul suprafeței se poate face global, cu ajutorul fotografiei aeriene și eroarea poate depăși 15% ; calculele demonstrează însă că eroarea relativă scade (este mereu sub 0,6%), dacă numărul de parcele crește, depășind însă limita inferioară de 40 de parcele. Acest ordin de mărime a fost reținut pentru calcul, din suprafața câmpurilor cultivate cu grâu de primăvară. Fiecare punct al imaginilor de la satelit, corespunzător la 34 de suprafețe echivalente, a fost clasificat în categoriile „grâu” sau „diverse” astfel încât raportul față de numărul total de puncte să dea imediat partea cultivată cu grâu. În ce privește aflarea randamentului, se poate face apel la eșantionare, fiind suficient să se evalueze, cât mai precis, recolta pe unitatea de suprafață în cazurile a diferite câmpuri.

Operația cea mai dificilă constă în stabilirea corespondenței dintre intrări (în limbajul calculatorului, ansamblul de variabile care autorizează 35 872 de combinații) și ieșiri (la fel, calculul recoltei în funcție de aceste variabile). A fost elaborată o formulă provizorie în care au apărut patru variabile (parametri) : înălțimea plantelor, măsurată în ziua  $Z + 80$ , ritmul creșterii plantelor, măsurat între zilele  $Z$  și  $Z + 60$  : procentul de puncte clasate „plantă fertilizată ; procentul punctelor clasate „pajiști”. Înălțimile și ritmul de creștere au fost măsurate la sol, iar ceilalți parametri au fost furnizați de satelit. Metoda, care a dat bune rezultate în anul 1973, diferența dintre previziunea producției și recolta reală fiind în medie de 6% a fost apoi ameliorată, prin automatizarea previziunii, ceea ce a asigurat un sistem utilizabil în raport de situații (o recoltă bogată sau slabă), astfel că în 1975 metoda a permis concretizarea primei etape din programul LACIE, cu o durată de trei ani și care în anul 1976 s-a extins la marile șesuri americane cultivate cu grâu. În anul 1977 sistemul a fost utilizat și la alte culturi decât grâul și a fost propus și pentru alte zone decât cele americane.

Deoarece se propune ca în perioada 1980—2000 această metodă să fie capabilă să asigure extinderea la scară mondială a exploatarei sateliților agricoli, se prevăd și ameliorări ale sistemului. În primul rând va trebui redus timpul de prelucrare a informației, care este încă prea lung : între recepția imaginilor luate de satelit și pînă la utilizarea lor practică trec cel puțin două săptămîni, necesare pentru evaluarea informațiilor de la stațiile meteo, calculul coordonatelor și luarea în considerație a „calendarului” culturii respective etc. Timpul se va reduce prin folosirea exclusivă a datelor meteorologice de la sateliți specializați și coordonați în cadrul aceluiași program. Aceasta este cu atît mai necesar, deoarece satelitul agricol va fi cel care va evidenția culturile bolnave, majoritatea bolilor traducîndu-se în lipsa apei suficiente, a cărei consecință este ridicarea temperaturii plantelor, ușor sesizabilă de „scannerele” de pe satelit... La fel, inventarierea terenurilor și clasarea acestora este o operație absolut necesară pentru ansamblul eficienței satelitului agricol. Se știe că măsurarea puterii reflectante în gama  $0,55 \mu\text{m}$  permite clasificarea terenurilor astfel : spectrul reflectant atinge 27% pentru calcarul galben, 20% pentru argila roșie, 18% pentru calcarul brun, 11% pentru pămîntul negru etc.

Cunoscînd vocația terenului, adică ce cultură va da cele mai bune rezultate, devine posibil, datorită sateliților agricoli, să se decidă, la scara unei țări sau chiar a unei părți de continent, redistribuirea terenurilor în funcție de culturile care dau cel mai bun randament, mai ales că există tendința de reducere a terenurilor consacrate culturilor, datorită dezvoltării industriilor, a creșterii aglomerărilor urbane etc.

Este de menționat că tehnica spațială va putea dota sateliții agricoli ai viitorului cu detectoare multispectrale (scanner) cu patru sau mai multe benzi între  $0,5$  și  $1,1 \mu\text{m}$ , apoi cu analizori în infraroșu (banda  $10,2$ — $12,6 \mu\text{m}$ ) etc., care vor acoperi pe sol fișii de  $185 \text{ km}$  cu rezoluții cuprinse între  $70$  și  $100 \text{ m}$ , precum și cu camere cu tuburi TV Vidicon de mare rezoluție, des-



tinute obținerii imaginilor pancromatice ale solului ; la aceste aparate se vor adăuga radiometre cu două canale, magnetometre etc., capabile să înregistreze concomitent numeroase date privind evapotranspirația, temperatura, culoarea etc. a culturilor, precum și date meteo, de magnetism, umiditate etc. Toate acestea vor face din sateliții agricoli utilajul de neînlocuit pentru o agricultură modernă, la scară planetară și perfect ferită de intervenția secetelor sau a greșelilor de cultură.

## CAP. 5

### COLONIILE SPAȚIALE — JALON SPRE INDUSTRIALIZAREA COSMOSULUI...

*„Pământul este leagănul umanității, dar  
nu putem rămâne mereu în leagăn“.*

(K. E. Tîolkovski, 1898)

În apropiere de arhicunoscutul Cape Canaveral, acolo unde, pe insula Merritt, este instalată baza de lansare a rachetelor lunare și acum a navetelor spațiale — se află o localitate balneară numită Cocoa Beach ; aici au avut loc, în anul 1977, lucrările primei conferințe internaționale destinate viitorului acțiunii de industrializare a Cosmosului. Tema conferinței, intitulată „Colonizarea spațiului“ a fost susținută prin mai multe conferințe și mese rotunde, ținute de personalități ale științei și tehnicilor spațiale, din întreaga lume ; în accepțiunea majorității participanților, acest uriaș program spațial, poate fi inițiat încă din zilele noastre, prin diversificarea aplicațiilor sateliților artificiali, fabricarea de produse direct în spațiu și producerea (și transmiterea) energiei electrice provenite din cea solară. Ulterior, pătrunderea masivă a omului în spațiu trebuie abordată pornind de la evoluția mijloacelor de transport cosmic (navetele spațiale și „super“-navetele), precum și de la dezvoltarea laboratoarelor orbitale (de tip „Saliut“ sau „Spacelab“ mult lărgite și complet dotate pentru echipaje mai mari), abia apoi trecîndu-se la stațiunile modulare, specializate, iar ulterior la construcțiile de tip „colonie spațială“... Și în acest caz, conceptul de colonie spațială se va referi mai întîi la „...un mare satelit

artificial al planetei noastre, instalat pe o orbită geostaționară și avînd forma unui gigantic inel cu diametrul de 1 800 m și destinat inițial doar pentru... zece mii de pămînteni !..."

### FAZELE „POPULĂRII” COSMOSULUI !...

Noțiunea actuală a „aplicațiilor” tehnicilor spațiale urmează a se dezvolta cel puțin pe trei direcții importante pentru amplul program de utilizare a spațiului în scopuri pașnice și în beneficiul nemijlocit al omului. În primul rînd, experții de la centrele de cercetări ale NASA apreciază că trebuie demarată foarte repede acțiunea de perfecționare a tranzitului informațiilor provenite din Cosmos, în paralel cu activitățile de intensificare a aplicațiilor actuale (telecomunicații, teledetecție, meteorologie, navigație, tehnologie etc.); altfel se va ajunge foarte repede la imposibilitatea transmiterii și folosirii în timp util a multitudinii de date recepționate de la mijloacele cosmonautice...

Așa cum am încercat să descriem și în primele capitole ale prezentei lucrări, aplicațiile actuale și de perspectivă ale tehnicilor spațiale avute aici în vedere se referă — ca direcții de răs-pîndire a informațiilor — la teleconferințe, teledifuzare a programelor, teleducație, transmiterea de date inter-calculatoare, telefonie-telegrafie spațială etc., făcînd parte din ansamblul de activități cunoscute sub denumirea de „viziune globală” a Terrei din Cosmos !...

În al doilea rînd, trebuie avute în vedere caracteristicile de excepție de care se bucură Cosmosul și în primul rînd lipsa pe orbită a greutății, pentru a putea fabrica materiale sau chiar repere de construcții de mașini, dar și alte substanțe (aliaje, medicamente etc.) imposibil de a fi obținute în acest fel pe suprafața planetei. Experiențele deja efectuate la bordul stațiilor orbitale cu echipaj — *Saliut* și *Skylab* —, demonstrează

că această activitate este pe deplin posibilă și merită a fi dezvoltată, avînd în vedere perspectivele deschise viitoarei metalurgii cosmice. Se apreciază posibilitățile „creșterii” unor cristale imense semiconductoare, apoi separarea substanțelor biologice, solidificarea controlată a unor aliaje destinate, de exemplu, construirii paletelor turboreactoarelor de aviație etc.

Producerea și transportul energiei electrice, prin captarea și prelucrarea energiei solare spre a fi trimisă pe Terra sub formă de microunde, constituie un program amplu, demn de efortul întregului glob terestru... Centralele solare spațiale sînt grandioase atît prin dimensiunile lor de ordinul kilometrilor pătrați, al maselor de ordinul zecilor de mii de tone, fără a mai vorbi de costul preliminar (în prețuri ale anului 1977 <sup>1</sup>) de 20 miliarde de dolari pentru o putere de 10 GW ! Se pare că un prim pas, mai modest, se va face cu satelitul releu de transmitere a energiei electrice din regiunile mai bogate în cele sărace (deșerturi, zone oceanice sau subdezvoltate etc.), bineînțeles tot pe calea microundelor...

Dezvoltarea acestor trei categorii de activități vor impune să existe disponibile noi capacități de a se acționa eficient în spațiu, dintre care se pot menționa :

— Posibilitatea de a construi sau de a asambla structuri de mari dimensiuni, condiție esențială pentru asigurarea telecomunicațiilor spațiale, a transmiterii energiei din (sau spre) Cosmos ; a construirii și exploatării eficiente a surselor spațiale de energie ;

— Punerea în funcțiune a unor echipamente grele, mult mai complexe ca pînă acum, concepute fără îndoială să consume cantități superioare de energie chiar în Cosmos, dar care vor simplifica foarte mult unele mijloace de la sol, în special cele destinate telecomunicațiilor, teletransmiterea programelor de radio, televiziune, unele intercomunicații intercontinentale etc.

<sup>1</sup> A. Dupas, „L'industrialisation de l'espace ; Mythe ou réalité de demain ?”. În : *L'Aéronautique et L'Astronautique*, nr. 68, 1978 (2-e partie).

— Creșterea duratei de menținere fiabilă în exploatare a echipamentelor destinate mijloacelor spațiale, precum și asigurarea condițiilor de ansamblu pentru ca întreținerea să fie efectuată eficient de către oameni special pregătiți, direct în Cosmos.

Odată definite sectoarele menite să asigure demararea procesului industrializării spațiale, precum și noile capacități destinate acestui scop, ca fiind absolut necesare, rămânea să fie stabilit un program de activități în consecință. Specialiștii au definit direcțiile de acționare — fie cu ocazia congreselor de astronautică, fie în cadrul unor organisme spațiale, pe bază de contract. Astfel, NASA a propus inițial un prim program care, deși asigura o dezvoltare a sistemelor actuale, este drept într-un ritm foarte rapid, în afară de obținerea imediată de rezultate, evoluția nu se întrevedea a fi foarte clară. Acest punct de vedere a fost repede însușit de unul dintre directorii NASA (directorul de programe de perspectivă pentru zborurile pilotate, Jesco von Puttkammer), astfel încât s-a lansat și un alt program, de perspectivă. Prima cerință pusă la conceperea acestui program a fost „să asigure vizarea realizării, într-un viitor mai mult sau mai puțin întrevizibil, a unui obiectiv apreciat în mod documentat ca fiind util pentru om, de exemplu, implantarea în spațiu a unei ramuri industriale capabilă să permită creșterea economică la scară planetară, menținând totuși echilibrul ecologic al Terrei...” Desigur, chiar un asemenea program are cărui scopuri sînt umanitare, are unele lacune, spre exemplu, se pornește de la ideea (nu totdeauna realistă), că de această activitate, de altfel foarte scumpă, ar beneficia toate națiunile, dar omite că încă mult timp vor mai exista diferențe de nivel tehnologic între statele globului...

Fără a face presupuneri pentru un viitor încă nedecis, aş aprecia că va fi necesară combinarea celor două categorii de programe. Probabil că, folosind combinarea celor două categorii de programe, viitoarele activități de dezvoltare în spațiu, pe linia industrializării cosmosului, s-ar putea desfășura astfel :

— Accesul din ce în ce mai ușor al omului în Cosmos, activitate ce se presupune că ar dura între 1980 și 1988, an cînd viitorologii apreciază că nu vor mai exista pericole sau dificultăți tehnice la zborul omului, chiar foarte puțin antrenat, pe orbite circumterestre ; mijlocul principal în acest sens va fi format din diferite categorii de nave spațiale, respectiv avioane-rachetă cosmice. Acest nou sistem de transport spațial, capabil ulterior să înlocuiască în totalitate rachetele spațiale clasice chiar pentru lansări de stații interplanetare, are condițiile pentru a deveni și a se menține economic. În toată perioada menționată, dezvoltările navei spațiale urmează să asigure punerea în orbită și în funcțiune a unei stații orbitale științifice (altitudine medie sub 500 km), capabilă să permită pe timp nelimitat experimentele executate de un grup important de specialiști ; tot acest sistem urmează să servească zborul omului pe orbite geostaționare, inclusiv testarea posibilităților de a instala pe orbite relativ joase, elemente mari de structuri spațiale.

— În perioada 1988—1995 se estimează că va fi posibilă „popularea treptată și permanentă” a spațiului periterestru, ansamblu de activități ce vor include, fără îndoială, următoarele etape principale : instalarea unui laborator pentru 20—50 specialiști pe o orbită geosincronă, inclusiv a unei întreprinderi cosmice la nivel de stație-pilot pentru fabricarea de materiale, aliaje etc ; de asemenea, pentru vehicule de transfer de pe orbite joase pe traiectorii interplanetare etc. va trebui instalată pe orbită o „stație-service” cosmică (!), iar testările comportamentului elementelor de structuri spațiale mari, anterior lansate, vor fi urmărite, verificate etc. chiar pe orbită.

— Începînd din anul 1995 se apreciază că ar putea fi posibilă, tehnologic și financiar, instalarea de baze orbitale permanente, pentru un număr tot mai ridicat de „monitori cosmici”, baze care să se apropie de ideile „coloniilor cosmice”, așa cum le-a descris fizicianul american Gerard O'Neill și asupra cărora vom reveni. Aceste viitoare stațiuni locuite, dispunînd de sis-



teme ecologice închise, vor dispune de stații solare orbitale destinate aprovizionării cu energie, materia necesară construcțiilor fiind adusă pe orbita de instalare a stației permanente, de la o exploatare lunară !

O asemenea concepție dinamică și evolutivă se apreciază că va fi continuu servită de noi mijloace de transport, noutățile tehnice făcându-și simțite prezența și în acest domeniu, ca și în cel al uneltelor complet automatizate pentru lucrul pe orbită.

Pentru transportul orbital, punctul de plecare îl constituie naveta spațială, așa cum am arătat chiar din primele capitole ale prezentei lucrări ; la un cost estimativ de 500 dolari/kg de satelit, naveta spațială poate plasa pe o orbită relativ joasă o sarcină utilă de până la 29 tone și un echipaj format din cel mult șapte astronauți. În anul 1980, când naveta spațială va fi operațională, ea va înlocui treptat sistemul neeconomic al rachetelor clasice, iar pentru a se aduce sarcini utile pe orbite geostaționare, naveta va fi completată cu un propulsor cu două sau trei etaje reactive, capabil să aducă sateliții specializați de pe orbitele joase pe cale staționare (în raport cu Terra). Desigur, acest mijloc oarecum hibrid va fi și el înlocuit către anii 1985, atunci când așa-numitul remorcher spațial sau altă variantă va putea (cel puțin conform proiectelor actuale) să efectueze numeroase trasee dus-întors între orbitele joase și cele geostaționare.

De fapt, nici acest „remorcher spațial“ încă nu poate constitui o soluție optimă, deoarece după fiecare misiune trebuie să revină la sol pentru realimentare ; de altfel, aceste cerințe nu vor fi soluționate nici de naveta spațială. Din acest punct de vedere, soluția adoptată de specialiștii sovietici pentru realimentarea stațiilor orbitale „Saliut“ cu ajutorul navelor cosmice cu rol de căraș de tip „Progress“, apare ca dintre cele mai moderne. Se presupune că o tehnică similară va fi adoptată după 1998 de către „Vehiculul de transfer orbital“ (OTV), care va sta în permanență în spațiu...

În adevăr, sarcina utilă de aproape 30 tone, proprie navei spațiale, este mult prea redusă pentru ca acest sistem de transport să poată fi luat în considerație în cadrul unor programe ample de industrializare a cosmosului apropiat, inclusiv pentru inițierea aceluși proiect de stație electrosolară orbitală minimală, avînd puterea de 500 MW, care de pe acum se consideră realizabil la nivelul sfîrșitului de mileniu. Se consideră că aici va fi absolut necesar un vehicul de lansare mai complex decît naveta ; după cum estimează H. P. Davies de la LJSC-Houston<sup>1</sup>, acest vehicul de transport greu (HLLV — High Lift Launch Vehicle) ar urma să provină din familia vehiculelor derivate din naveta de bază, prin înlocuirea aparatului orbital cu un grup propulsor aero-cosmic, capabil să aducă pe orbită o sarcină utilă de pînă la 70 tone. Recuperabil balistic, acest transportor greu va aduce costul „kilogramului de satelit“ la numai 200 de dolari ! Nu este exclus ca la această dezvoltare a navei, actualele acceleratoare de start să fie înlocuite prin motoare-rachetă cu propergoli lichizi, mai economice și chiar mai puternice. Combinarea actualului *Orbiter* (cu dimensiuni remarcabil mărite însă) cu un vehicul de tip HLLV, ar putea conduce în etapa a 3-a a evoluției sistemelor de transport spațial la satelizarea cu o singură lansare, a unor sarcini utile pînă la 500—700 tone, costul scăzînd la cel mult 50 dolari/kg.

În perioada cînd vehiculele spațiale din generația a doua sînt considerate că ar fi deja operaționale, iar pregătirile pentru generația imediat superioară s-ar putea aprecia ca încheiate, deci la sfîrșitul de mileniu, conceptul de bază al construcțiilor spațiale urmează să fie apreciat ca finalizat și experiențele obținute din exploatarea micilor stații pentru 50—100 de astronauți, ar conduce deja la date suficiente pentru lansarea unor programe în adevăr de amploarea prezisă de cunoscuți specialiști : Krafft Ehricke, Carl Sagan, Nikolai Kardasev, H. G. Stines, Gerard O'Neill, Freeman J. Dyson, A. Berry etc. Poate că cititorul ar

<sup>1</sup> „Space Solar power-The transportation challenge“, AIAA Preprint, 77/529.

dori să cunoască modul cum au demarat și apoi s-au cristalizat ideile de bază privind conceptul și argumentațiile aferente proiectelor de construcții spațiale, etapă de prim ordin în procesul de industrializare în cosmos ; deci :

#### IPOTEZE DE BAZĂ ÎN CONCEPTUL „EXOINDUSTRIALIZĂRII“

Realizarea unei stațiuni orbitale în sensul propriu al cuvîntului, autonomă și ocupată în permanență de personal de cercetare, este o idee relativ veche, în orice caz pornită, ca studii, cu cel puțin zece ani înaintea scrierii acestor rînduri ; dacă facem abstracție de generoasele idei ale pionierilor Tîolkovski, Goddard, Esnault-Pelterie ș.a. și ne referim la prima serie de studii de oportunitate, efectuate sub contract pentru NASA în perioada 1969—1972, atunci trebuie arătat că în acea etapă stațiunea orbitală permanentă și autonomă era privită ca un fel de laborator extraterestru, de cîteva ori mai mare decît *Skylab* ori *Saliut* și în care era loc doar pentru cercetări fundamentale și aplicative... O a doua serie de studii, efectuate în perioada 1976—1977<sup>1</sup>, evidențiază necesitatea conceperii bazelor spațiale pentru a fi capabile să asigure îndeplinirea a patru categorii de activități, avînd o amploare oricum mult mai mare decît acele cercetări fundamentale despre care se scria, atît de timid, în primele rapoarte :

— asamblarea, încercările, omologarea și dezvoltările ulterioare ale unor mari instalații orbitale, între care se numără antene orbitale de telecomunicații, laboratoare de fabricație a

<sup>1</sup> Freitag, R., „NASA Philosophy concerning Space Stations as operations Centers for Construction and Maintenance of large orbiting energy Systems. În : Journal of the British Interplanetary Society, 30, p. 265—271, 1977.

unor materiale, dispozitive, centrale solare ș.a., inclusiv întreținerea și aprovizionarea acestor categorii de instalații ;

— întreținerea și aprovizionarea vehiculelor de transfer orbital ;

— recuperarea, întreținerea și modernizarea sateliților automați ;

— aprovizionarea cu materialele necesare serviciilor comune destinate asamblărilor de sisteme spațiale.

Părerile specialiștilor erau unanime în a sublinia că o astfel de concepție asupra stației orbitale destinate viitorului apropiat era de natură a o face foarte maleabilă, dar și evolutivă, respectiv modulară ; desigur, nu era exclusă ideea ca, pentru început, o asemenea stație să nu posede decît un modul și acela destinat strict necesităților energetice — bineînțeles, în afara modului de adăpostire a patru-opt specialiști. Ulterior urmau să fie aduse și asamblate alte module : de aprovizionare, energetice, de cercetări, industriale etc. Un loc special era, de altfel ca și acum, rezervat prototipului de electrocentrală solară. Totuși, dacă acum trei-patru ani NASA mai credea că va obține sumele necesare pentru a începe programul stațiunii orbitale, reducerile de buget din perioada 1978—1979 au scos această activitate de pe calendarul spațial american pentru următorii ani și au plasat-o spre sfîrșitul de mileniu... Pentru a poseda această stație spațială permanentă, NASA va avea nevoie de un miliard de dolari (în prețuri 1978 !) și abia atunci va putea demara o construcție numită „Platforma orbitală“ cu dimensiunile unui teren de fotbal și adusă în spațiu cu ajutorul mai multor zboruri ale navetei spațiale, într-o variantă dezvoltată.

Exoindustrializarea va intra apoi într-o fază superioară care, chiar dacă nu coincide imediat cu propunerile marilor stațiuni orbitale capabile să asigure fie mutarea industriilor poluante ale Terrei, sau aducerea în spațiu a multor sute de mii de pămînteni capabili să colonizeze Cosmosul, în orice caz definesc o expansiune terestră în Cosmos. Coordonatele pe care vor evolua bazele acestei expansiuni par a fi următoarele :

— fabricarea de produse sau de substanțe cu volume reduse, dar foarte valoroase, care pot fi obținute doar în condițiile spațiului ;

— producerea de substanțe și materiale ale căror calități deosebite le fac utilizabile pentru realizarea de structuri spațiale ;

— fabricarea de substanțe și materiale a căror producere în Cosmos diminuează enorm grave probleme ecologice ;

— realizarea de produse și ansamble destinate asigurării autonomiei construcțiilor spațiale.

Abia când aceste deziderate vor fi îndeplinite — la nivelul producției de serie, bineînțeles —, atunci se va putea vorbi despre trecerea la realizarea de mari construcții spațiale, acele orașe sau colonii spațiale despre care au scris, au comunicat sau chiar au propus programe, savanți de talia lui Freeman Dyson și a celorlalți mai înainte menționați.

Și pentru că ne-am referit deja la proiectele acestor specialiști, vom începe scurta lor prezentare cu ideile profesorului Carl Sagan, director al laboratorului de cercetarea planetelor din Universitatea americană Cornell, cunoscut pentru emiterea unor ipoteze de valoare privind formele potențiale de viață de pe planeta Marte.

Opinia profesorului Sagan este că în mileniul trei pămîntenii vor fi obligați să pătrundă masiv în spațiul periterestru, populîndu-l într-un ritm foarte rapid, după care vor trece la Lună și chiar la planetele sistemului solar, pe unele din acestea creîndu-se condiții similare celor de pe Terra. În acest program grandios, construirea de mari baze spațiale pe orbită își va avea locul său, urmîndu-se fie o cale similară celei propuse de fizicianul O'Neill, fie o altă cale, în orice caz dependentă de condițiile etapei.

Inițiatorul și sprijinitorul teoriei supercivilizațiilor, astrofizicianul de la Universitatea Princeton, Freeman J. Dyson, apreciază că în două secole umanitatea va dispune de sistemele de transport și logistice capabile să asigure majorității oamenilor acelor ani drumul sigur spre un alt sistem solar... Pe acest drum,

presărat cu nenumărate pericole și necunoscute, existența unor colonii spațiale deja bine conturate și autonome, poate asigura repararea și întreținerea marilor astronave destinate unui fel de migrare a unei bune părți din umanitatea sfîrșitului mileniului trei !...

Pornind de la datele de proiect ale unui program din anii 1975—1977 și anume „Marele turneu“, care prevedea trimiterea unor stații automate către limitele sistemului solar, beneficiînd de o rară așezare a planetelor (care se repetă doar la 137 de ani, în medie !), s-a apreciat, prin analogie, că asemenea stații de tip colonie cosmică ar putea fi amplasate peste cîteva decenii astfel încît să asigure verificările și reparațiile periodice ale navelor gigantice cu motoare nucleare, capabile în anii 2400—2500 să iasă din sistemul solar, pe traseul Terra — Jupiter — Neptun, avînd escale tehnice, în continuare, pe orbite de parcare în jurul sateliților Ganymede (din sistemul jovian) și Titan (satelit al planetei Saturn)...

În anul 1976 astrofizicianul Nikolai Kardașev publica într-un număr al revistei de prestigiu „Voprosi filozofii“ concluziile sale privind așa-numita teorie a „pluralității lumilor locuite“, concluzii care aveau să zdruncine serios pozițiile celor care acreditau ideea că „...Terra a fost cîndva vizitată de ființe extraterestre, sosite la bordul unor nave cosmice similare obiectelor zburătoare neidentificate, sau așa-numitelor farfurii zburătoare !...“. Ori, savantul sovietic Kardașev a prezentat o teorie unitară din ale cărei argumente — pe care nu le mai reproducem aici, dar care sînt folosite pentru concluzii (deoarece de la acestea avea să plece savantul spre a-și fundamenta teoria privind necesitatea umanizării cosmosului) —, acreditau următoarea idee finală : „...Sîntem singuri în Galaxia noastră sau în sistemul nostru galactic, iar aceasta se justifică mult mai bine decît concepția tradițională a pluralității lumilor locuite !“.

Kardașev apreciază că omenirea va fi chiar obligată să colonizeze Cosmosul, iar cel mai important motiv derivă din ex-



cesul consumului de energie ; el întreveđe etapa cînd se va folosi o parte mult mai mare din energia livrată de Soare. Anticipînd detaliile care vor însoți prezentarea proiectelor întocmite de specialiști ca Hermann Oberth — pionier al tehnicii rachetelor, de origine română —, Peter Glasser de la firma A. D. Little Inc. etc. și care vor fi incluse în capitolul următor, trebuie arătat că spre sfîrșitul anilor '90 investiția pentru un kW instalat va fi de același ordin de mărime atît pentru cazul helio-centralelor orbitale, cît și pentru cel al atomocentralelor terestre — și anume cuprins între 1 500 și 3 000 dolari —, fără a mai aminti că odată „pus în priza solară“, satelitul solar („Sun-sat“) va funcționa fără aport de combustibil.

Chiar dacă planurile colonizării spațiului sînt tehnic posibile și chiar necesare pentru etapa următoare (unele motive au fost deja prezentate, altele vor fi introduse pe măsura detalierii acestui aspect), totuși rămîne de analizat și tras concluziile de rigoare și anume : va dispune omenirea de resursele economice-financiare cerute de o antrepriză de asemenea amploare ?

Răspunsul a fost dat de unul din reputații specialiști ai NASA, dr. Adrian Berry care, în lucrarea apărută în anul 1976 cu titlul sugestiv *The next Ten Thousand Years* (Următorii zece mii de ani), demonștra pe baze statistice că la sfîrșitul mileniului umanitatea va dispune de resurse economice — financiare de douăzeci de ori superioare celor din anii cînd vedea lumina tiparului lucrarea sa...

Pornind de la aceleași ipoteze, dr. Berry calculase că un proiect destinat unei colonii spațiale — plasată în imediata vecinătate a Pămîntului și care să adăpostească sub zece mii de coloniști spațiali —, va echivala pentru contemporanii acelei colonii cu efortul pe care l-a cerut, la timpul ei, construirea mării rachete selenare „Saturn“, care a dus primii pămînteni pe solul neprietenos al Lunii, în perioada 1969—1972...

La congresele internaționale de astronautică<sup>1</sup>, încă cu mai mulți ani în urmă, erau incluse numeroase comunicări prezentate în simpozioanele „Laboratorul internațional lunar“ sau „Laboratorul internațional orbital“ ; în ultimii ani însă au început să fie prezentate conferințe, comunicări și mese rotunde vizînd umanizarea Cosmosului la scară planetară. Spre exemplu, la cel de al 25-lea congres, dr. Krafft Ehrlicke, director al diviziei de programe spațiale de perspectivă al firmei americane Rockwell International (cunoscută pentru responsabilitățile principale în realizarea navei spațiale), a ridicat la acest for al științei astronautice internaționale problemele și perspectivele în construirea viitoarelor colonii spațiale, ca o necesitate a evoluției ascendente și tot mai performante a astronauticii viitorului apropiat

De la tribuna acestui congres, Krafft Ehrlicke a propus un program de lansări succesive de stații tot mai ample, pe orbite mai întîi în imediata apropiere a Terrei, apoi avînd în vedere sistemul Pămînt—Lună, astfel încît către anii 2000 să existe cel puțin o experiență pusă la punct, privind cerințele tehnice și economice ale unei mari colonii spațiale, al cărui număr de locuitori va depinde de resursele care vor putea fi ambarcate.

Nici Ehrlicke, de fapt un „moderat“ în colonizarea Cosmosului, nici G. Harry Stines, nu au propus vreodată un „exod al umanității“ spre noi planete sau, pînă la umanizarea acestora, spre colonii cosmice capabile să adăpostească chiar mai mulți „terrieni“ decît însăși „minunata planetă albastră“ !...

În anul 1974 apărea în revista „Spaceflight“ rezumatul teoriilor lui Stines, în care acesta prezenta fundamentele teoretice ale perioadei „celei de-a 3-a revoluții industriale“, în pragul căreia el consideră că se găsește umanitatea sfîrșitului de mileniu. Alături de poluare — considerată de el un fel de „cancer la scara globului industrializat peste măsură“ —, cerințele etapei de industrializare menționate vor impune treptat omenirii găsirea mijloacelor de a aduce în spațiu majoritatea — dacă nu

<sup>1</sup> Vezi anexa 1.

chiar toate (!) — ramurile poluante ale industriei. Deci : umanitatea poate scăpa de poluarea industrială, fără a fi deloc necesar un exod al omului în spațiu !...

Au fost considerate printre cele mai interesante studiile privind posibilitățile de construire încă în actualul secol a unor colonii spațiale pentru pînă la zece mii de pămînteni, elaborate mai întîi sub forma unor studii de seminar cu studenții săi de la Universitatea din Princeton, apoi sub formă de contract cu NASA, de fizicianul dr. Gerard O'Neill ; aceste studii au devenit accesibile în 1974 și ulterior, prin rezumate publicate în revistele „Nature” și „Physics Today”<sup>1</sup>. De îndată ce revista Institutului American de Fizică și cea a Institutului American pentru Aeronautică și Astronautică au apreciat calculele specialistului în fizica marilor energii de la Princeton, a început caruselul celebrității : O'Neill a susținut mai multe conferințe<sup>2</sup>, a publicat o serie de lucrări și comunicări științifice, iar ideile sale au fost preluate și dezvoltate, analizîndu-se aspecte tehnice-științifice, conexe cu realizarea marilor colonii cosmice și vizînd utilizările diversificate ale acestora. Avînd în vedere această situație, apreciem ca necesară prezentarea în continuare, în paragrafele ce urmează, a proiectelor coloniilor spațiale, dînd amploarea cuvenită reprezentării rezultatelor calculelor de la Princeton...

Desigur, lista specialiștilor care sprijină, argumentează, completează și aduc chiar noi utilizări în sprijinul ideii coloniilor cosmice, este foarte amplă ; este suficient să amintim că au apărut calcule pentru electrocentrala solară orbitală, pentru transportorul de materiale de pe Lună (necesare pentru construirea coloniilor orbitale), privind folosirea unei „super-navete” ca element de aducere pe orbită a aparaturii și echipajelor de monitori cosmici etc. etc.

<sup>1</sup> O'Neill G., *The Colonisation of Space*. În : *Physics Today*, sept., 1974, p. 32.

<sup>2</sup> *Space Settlements : a design study*, NASA SP-413, Ames Research Center, 1975.

*Space Manufacturing Facilities*, AIAA, 1976.

Printre argumentele pe care le folosesc toți sprijinatorii construirii de viitoare colonii spațiale, se regăsesc cel mai des următoarele argumente :

— creșterea populației în următoarele sute de ani va impune găsirea de locuri propice, în spațiu, pentru adăpostirea multor sute (și chiar mii) de miliarde de oameni ;

— degradarea mediului, inclusiv a învelișurilor ecologice ale Terrei, ca urmare în principal a poluării datorită amplificării surselor de energie terestre, va face ca începînd chiar din anul 2110 poluarea termică a mediului să atingă valori comparabile, ca mărime, cu fluxul primit de la Soare de toate mările și oceanele globului ! Știînd că un plus de cîteva grade la valoarea medie a temperaturii atmosferei ar duce la condiții de fierbere numeroase ape terestre (!), rezultă concluzia că umanitatea va trebui, în curînd, să producă o mare parte din energie direct în Cosmos, și nu pe planeta natală ;

— „...Umanitatea mileniului doi plutește într-un ocean de energie pe care nu știe s-o folosească și care deci se irosește !” ; aceste cuvinte ale lui Krafft Ehricke, ilustrate mai amplu în capitolul următor, evidențiază necesitatea, în primul rînd, de a învăța să utilizăm, să „exploatăm” energia provenită de la Soare, iar în acest scop construcțiile orbitale apar ca o etapă absolut necesară ;

— într-un viitor mult mai îndepărtat, Soarele nu va mai fi „excepționala stea din clasa G care este izvorul vieții pe Terra”, ci o stea în drum spre stadiul de „novă” cînd, conform legităților reprezentate în diagrama Hertzsprung-Russell, se va termina combustibilul formidabilului furnal termonuclear, iar supernova numită cîndva Soare va exploda, desființînd odată cu ea și orice formă de viață din sistemul solar... Este drept că pînă la acea dată astrofizicienii au calculat că mai sînt... șase miliarde de ani (!), dar pericolul este sigur și măsurile de pregătire a salvării viitoarelor civilizații trebuie începute din timp...

Poate că nimeni nu a rezumat mai concis, mai genial, decît J. D. Bernal în lucrarea sa *Le monde, le chair et le démon*, peri-

celele cu care trebuie să se confrunte omenirea și în anii celei de a 3-a revoluții industriale : insuficiența tot mai pregnantă a resurselor terestre, dificultățile climatice și numeroasele și tot mai amplele surse de poluare, la scara globului...

Care sînt avantajele subliniate de promotorii coloniilor spațiale, ca soluție optimă pentru viitorul umanității, avantaje ce au fost subliniate și de echipa care a sintetizat primele proiecte elaborate la Princeton :

— după un secol de la demararea programului internațional privind coloniile spațiale, se apreciază că aproape întreaga activitate industrială poluantă de pe Terra ar putea fi „mutată” în Cosmos, conform unui program judicios întocmit, astfel încît biosfera planetară va putea fi integral salvată, îndeplinindu-se unul din dezideratele emise de John Bernal ;

— avînd posibilități teoretice, în viitor, să adăpostească imense aglomerări umane, de sute de ori mai mari față de populația actuală a globului, coloniile spațiale ale mileniilor următoare reprezintă o soluție cu dezvoltare continuă, concordantă necesităților unei umanități în continuă expansiune, deci îndeplinind și cel de-al doilea deziderat emis de Bernal... ;

— fiind pe deplin apte de o perfecționare continuă, soluțiile constructive ce vor fi adoptate la realizarea grandioaselor structuri artificiale pe orbită circumterestră, ar putea asigura condiții optime de viață și activitate unei umanități în plină acțiune de „prelucrare” a întregului sistem planetar actual, Terra rămînînd un fel de... stațiune de odihnă pentru cîteva zeci de miliarde de pămînteni... !

Pornind de la posibilitățile tehnologice ale anilor '70—'80, O'Neill a încercat să demonstreze că o primă colonie spațială, avînd în principal sarcini de cercetare științifică și rol de stație — pilot în Cosmos, ar putea fi pregătită pentru a deveni operațională pînă la sfîrșitul secolului. Un argument de bază a fost aprecierea că, pînă la inițierea programului aferent acestei activități, ar fi fost realizate cooperări internaționale masive,

iar unele categorii de materiale, utilaje, procedee etc. ar fi fost omologate pentru a corespunde exigențelor Cosmosului.

Desigur, încrederea în aceste activități, în oportunitatea lor pentru omenire în general, a fost dată și de afirmațiile directorului programului NASA pentru industrializare a Cosmosului, Jesco von Puttkammer, care explica efortul NASA pentru suportarea studiilor privind coloniile spațiale astfel : „...Dezvoltarea este o caracteristică a vieții. Noi va trebui fără îndoială să depășim limitele Terrei. Altfel, umanitatea riscă să rămînă doar o experiență ratată a naturii !” Referatele care au fost prezentate de specialiști la conferința din 1978 a Asociației americane pentru progresul științelor, s-au înscris pe acest punct de vedere, au consemnat date de proiect și calcule detaliate privind colonizarea mai întîi a spațiului periterestru, apoi pentru pătrunderea omului chiar în cel interstelar...

Fizicianul William A. Gale, conducător al unor laboratoare de cercetări ale firmei Bell Telephones, care a participat la programul „Apollo”, a calculat că la o creștere demografică medie de 0,5% anual (deci dublarea populației la fiecare 139 ani), peste aproximativ o mie de ani globul terestru ar trebui să adăpostească peste 800 de miliarde de oameni ; dacă creșterea demografică s-ar menține la valoarea foarte răspîndită acum de 2% anual, atunci la fiecare 35 de ani populația s-ar dubla și în anul 3000 pe glob ar trebui să locuiască... 40 milioane de miliarde !

Calcululele atestă că în perioada cînd umanitatea va considera „colonizat” întregul sistem solar, populația umană va depăși copios 100 de miliarde de miliarde de oameni (!), iar omul va trebui să posede mijloacele necesare pentru a pătrunde în interiorul Galaxiei ; dar nici nu poate fi concepută o asemenea activitate dacă viteza mijloacelor de zbor ale acelei perioade nu va atinge ordinul de mărime de 10% din viteza de propagare a luminii în vid, deci în jur de 30 000 km/s sau circa 100 milioane km/oră (!) În prezent nu se cunosc acele tehnologii capabile să asigure



atingerea unor asemenea viteze<sup>1</sup>, dar aceasta nu este un impediment de neevitat, deoarece nu există argumente care să interzică obținerea unor asemenea viteze, mult inferioare celor sub-luminice...

Concepția populării Cosmosului introdusă de Gerard O'Neill și ceilalți sprijinitori ai coloniilor spațiale, se bazează pe următoarele trei idei principale :

— plasarea coloniilor spațiale direct în Cosmos, pe o orbită circumterestră și nu pe solul lunar sau al unei planete ;

— folosirea materialelor de proveniență cosmică (lunară ori de la un alt corp ceresc, de exemplu, un asteroid etc.), ca materie primă principală pentru construirea coloniilor cosmice, de pe Terra urmînd să fie aduse aparate, mijloace, dispozitive etc.

— folosirea unui nou mijloc de transport în Cosmos, așa-numitul „transportor-accelerator de masă“ (Mass Driver).

Alegerea Cosmosului ca zonă a amplasării coloniei spațiale a avut în vedere următoarele fapte : abundența de energie solară ; imponderabilitatea care ușurează manevrarea (evident, și aducerea) majorității materialelor și a pieselor grele, inclusiv și o serie de procedee industriale ; evacuarea deșeurilor de energie ; disponibilitățile create de existența vidului cosmic pentru efectuarea unora din procedeele industriale moderne (lipirile materialelor metalice etc.).

În primele calcule ale lui O'Neill, stația-colonie cosmică avea formă cilindrică (lungime, 1 km ; diametru, 200 m), efectuînd o rotație la fiecare 21 secunde pentru a crea gravitatea artificială (1 g la periferie, unde fusese propusă amplasarea locuințelor coloniștilor !) ; stația urma să aibă trei imense oglinzi dreptunghiulare capabile fie să reflecte lumina solară, fie să o lase să intre, în proporția necesară pentru ca succesiunea zi-noapte să fie cît mai bine simulată...

<sup>1</sup> Bond A. și Martin A., de la B.I. Soc. au propus pentru NASA proiectul navei intergalactice termonucleare „Daedalus“ cu viteze de 50 000 km/s (20—100 explozii termonucleare controlate într-o secundă !).

Două asemenea colonii cilindrice, rotindu-se în sensuri inverse și conectate de așa manieră încît ansamblul să aibă mereu momentul cinetic nul, pot fi orientate astfel încît axa ansamblului să fie îndreptată continuu spre Soare ; centrala heliosolară și instalațiile industriale, ar putea fi plasate în partea frontală, pe axa ansamblului și într-o regiune de imponderabilitate totală. Compartimente cilindrice anexe ar fi dispuse pe un fel de coroană circulară în jurul cilindrilor locuiți, beneficiind mereu de lumină solară și adăpostind culturi intensive, atît de necesare coloniștilor.

Începînd din anul 1974, concepțiile privind organizarea și chiar dispunerea coloniilor spațiale au suferit unele modificări ; în general s-a menținut ideea că peste 90% din materialele necesare construcțiilor spațiale trebuie să provină din spațiu, de la surse extraterestre. În schimb, ideea construcției în formă de inel s-a conturat tot mai pregnant, la fel ca și problemele de ordin psihologic, fiziologic, ecologic, aferente unei colonii pentru 10 000 de pămînteni, construcție care este perfect posibil de realizat cu potențialul tehnic, științific și tehnologic al contemporaneității...

Principala dificultate în calea proiectelor de colonii spațiale consta din modalitatea practică de a aduce pe orbită cele aproape o jumătate de milion de tone de materiale, necesare pentru construirea unei colonii destinate la 10 000 de montori spațiali !

Soluția găsită la momentul cînd O'Neill și-a fundamentat teoretic coloniile spațiale — și care nici pînă în prezent nu a fost substanțial ameliorată sau, eventual, înlocuită —, consta din transportarea mării majorității a acestei uriașe cantități de materiale din afara Terrei, deci folosirea resurselor extraterestre.

A face apel la minereuri extraterestre pentru construirea viitoarelor structuri orbitale mari, se justifică prin calcule energetice foarte simple : este mult mai costisitor de a transporta materialele de pe Terra pe orbită, decît de a le preleva din mine selenare sau chiar din... asteroizi... De fiecare dată, în calcule

s-a avut în vedere propunerea lui O'Neill de a plasa viitoarele stații cosmice într-unul din punctele Lagrange din sistemul Pământ-Lună unde orice obiect artificial care ar fi plasat acolo, se va găsi într-un fel de echilibru între acțiunile cîmpurilor gravitaționale lunare și terestre, apărînd ca „imobile“ în raport de cele două astre !

Energetic vorbind, a transfera un obiect de pe Terra în punctul lagrangean „L“-5, de exemplu, necesită un consum corespunzător vitezei de 12,7 km/s, în timp ce dacă ar lua startul de pe Lună, consumul energetic ar corespunde numai la 2,9 km/s ; raportul corespunzător, din punct de vedere energetic, este de 20 : 1 ! În mod similar, orbitele geostaționare, atît de importante în astronautica aplicată, sînt de 10 ori mai economicoase energetic, pentru cazul lansărilor de pe Lună, decît pentru starturile date de pe Terra !

Cunoscută fiind compoziția solului selenar, atît în zona „mărilor“ cît și a regiunilor continentale, din calcule rezultă că printr-un proces de reducere carbatermică a metalelor în cadrul tratamentului chimic al solului, propus de Driggers<sup>1</sup>, aplicat la 1,5 milioane tone de sol, se obțin : 450 mii tone oxigen și aproape aceeași cantitate de fier, siliciu și aluminiu ; de fapt, pentru obținerea acestor cantități, randamentul energetic al operației de metalurgie cosmică revine la 600 tone/an și MW ! Pentru cei care ar combate această idee, spunînd că în condițiile vidului înaintat de pe Lună este dificilă funcționarea și întreținerea excavatoarelor, amintim că regoliții care formează stratul superficial al scoarței lunare sînt formați din amestecuri mecanice din particule de cîțiva milimetri în diametru, ușor de adunat, ambarcat și transportat ! Și să reamintim o altă dată de proiect : pentru 1,5 milioane tone de sol lunar ar fi necesară o escavare adîncă de 2 metri, pe o suprafață pătrată cu latura de doar 600 metri !

<sup>1</sup> Driggers G.W., *Systems analysis of space manufacturing from nonterrestrial materials*, 28-th I.A.F. Congress, Prague, 1977.

Nici exploatarea unui asteroid nu este exclusă, mai ales că există deja proiecte de scoatere (în deceniul următor), a unor asteroizi de pe orbita lor și aducerea lor pe o orbită în apropierea Terrei ! Chiar și în acest caz, este dificil faptul că nu se cunoaște aproape deloc compoziția chimică a acestor corpuri cerești ; este drept că dispunem de numeroase date despre tectitele<sup>1</sup> numite Hondrite, bogate în compuși ai carbonului, care se pare că ar proveni din unii asteroizi ; dar încă este prematur de discutat asupra metodelor de a imprima unor asteroizi din familia *Amor* și *Apollo*, un supliment de viteză de circa 3 km/s, bineînțeles cu o orientare foarte bine controlată... Altfel, în loc de a se apropia de punctul lagrangean<sup>2</sup> ales pentru sediul noii colonii, asteroizii s-ar îndepărta de Pământ !

Deci, în viziunea celor care au trecut la elaborarea — pe bază de contract cu NASA — a primelor proiecte de colonii spațiale, de pe Lună trebuie adusă 90% din materia primă necesară, restul de cel mult 10% trebuie transportată cu „supernavetele spațiale“ ale deceniilor următoare... De aici nu trebuie cumva trasă concluzia că asemenea proiecte au fost primite cu entuziasm general — numărul celor sceptici a fost și este încă destul de mare ; aceștia mai consideră și astăzi că nu va ieși nimic utilizabil din „asemenea visuri de oameni de știință deloc practici“, de altfel, la fel cum se pronostica chiar și în ajunul lansării sateliților artificiali ai Terrei !...

Au existat păreri, care au văzut lumina tiparului în reviste de prestigiu, ale unor oameni de știință ce denigrau ideea utilizării materialelor selenare pentru viitoarele construcții pe orbite circumterestre ; erau acreditate idei cum că ar fi mai corect și mult mai simplu de a se coloniza Luna, construindu-se pe suprafața sa (sau sub scoarță, pentru a fi protejate de radiații

<sup>1</sup> Zăgănescu F.N., Tectitele — mesageri extraterestri ? Edit. șt. și enciclop., Buc., 1980 (sub tipar). O'Keefe, John, *The Tektite Problem*. În : Scientific American, 1978.

<sup>2</sup> În anul 1978, satelitul de cercetări științifice al NASA, ISEE-3 (International Sun-Earth Explorer) a fost plasat cu o rachetă *Thor Delta* într-un punct lagrangean din sistemul Lună-Pământ.

și bombardamentul meteoritic !), adevărate orașe, stațiuni, centre miniere și industriale, Selena devenind o rezervă de spațiu a pămîntenilor, pentru cazurile cînd planeta natală nu ar mai ajunge !

Atraktivă alternativă, mai ales că apare clar că este mult mai ușor să construiești pe un astru, fie el cît de inospitalier, decît direct în Cosmos !... Ceea ce uitau, probabil voit, acești vajnici apărători ai fondurilor financiare ale deceniilor următoare, era simplul fapt că Luna are o suprafață apropiată ca întindere de cea a continentului african !... Luna nu poate deci să fie considerată decît o soluție tranzitorie, iar o asemenea colonizare a satelitului nostru natural, ar permite parcurgerea doar a primei etape a programului coloniilor spațiale ale viitorului.

#### PERSPECTIVELE REALIZĂRII COLONIEI COSMICE „L-5“...

Gerard O'Neill a considerat că realizarea unei colonii spațiale de mari dimensiuni trebuie precedată de „ridicarea“ pe orbită mai întîi a unor structuri de dimensiuni mai mici, într-un ritm gradat, capabil să permită „școlarizarea“ montorilor cosmici destinați pentru realizarea unor asemenea construcții ale mileniului III. Ca atare, el a estimat că realizarea primei construcții de tip cilindric, avînd diametrul de circa 100 m și lungimea aproximativ 1 000 metri, ar dura șase ani, iar dacă ar fi începută în deceniul 1980—1990, ea ar deveni operațională în a doua jumătate a următorului deceniu, pentru un cost estimat (în prețuri din anul 1974) de 30 miliarde de dolari. Membrii-pionieri ai primei colonii spațiale ar avea ca principală sarcină construirea unei colonii evoluat, echipată cu toate cele necesare traiului și activității industriale, culturale, științifice, a

unui număr de coloniști cuprins între 100 000—200 000 persoane, de ambe sexe. De această dată proiectul avea dimensiunile proprii sfîrșitului de mileniu : diametrul de 320 m și lungimea de 3 200 m. Apărînd ideea construirii modulare a acestor colonii, O'Neill a imaginat necesarul de materiale pentru alte categorii, evaluate, de asemenea colonii ; astfel, pînă la 2 milioane de coloniști ar putea fi adăpostiți de o colonie spațială cilindrică cu diametrul de 1 km și lungimea de aproape 10 km, în timp ce colonia „de tipul patru“, abordabilă în primele decenii ale mileniului următor, ar putea adăposti aproximativ 20 milioane de locuitori ; de această dată proiectul era și mai grandios : fie un cilindru cu diametrul de 7,2 km și lungimea de peste 70 km, fie două corpuri cilindrice cu diametru de 3,2 km, rotindu-se încet în jurul unei axe astfel alese încît să permită la extremitățile cilindrilor obținerea unei gravitații artificiale, în acele zone ale coloniei fiind amplasate, de regulă, complexe de locuințe pentru membrii acesteia. Autorul proiectelor acestor colonii cu structuri cilindrice a apreciat în mod corect necesitatea luării de măsuri tehnice pentru asigurarea unei reproduceri artificiale a succesiunii zi-noapte, intrată de mult în reflexul Pămîntenilor... În acest scop, el a prevăzut la exteriorul cilindrilor, pe generatoare, imense ferestre, prevăzute cu jaluzele orientabile automat, corelate cu mișcarea unor oglinzi foarte mari, capabile, în ansamblu, să lase sau nu să pătrundă în colonie lumina Soarelui, simulînd astfel alternanța zi-noapte și chiar crepusculul, răsăritul astrului zilei.

Această măsură a constituit un aspect din cadrul psihologic al programului coloniilor spațiale, proiectantul avînd în vedere și fenomenul nostalgiei primelor generații de coloniști după lipsa unor elemente de ambianță terestră, atît de familiare... Pe aceeași linie se înscrie și asigurarea prezenței aproape a tuturor formelor de relief existente pe Terra, inclusiv a lanurilor de grîu și chiar a norilor pe fondul unui cer albastru (!), bineînțeles norii fiind de fapt imagini holografice pe un fond perfect vopsit pentru a simula acel minunat „bleu-ciel“ atît de... pă-



mîntese... Cît priveşte activităţile industriale, acestora le-au fost rezervate suficiente construcţii anexe, amplasate în afară şi frontal faţă de ansamblul celor doi cilindri care formează colonia „de tip cilindric”. Aceste colonii vor folosi energia furnizată de helioelectrocentrale orbitale şi transmisă prin microunde, materialele fiind transmise de la o bază lunară, aşa cum se prevede în comunicările simpozioanelor „Laboratorul Internaţional Lunar”, manifestări din cadrul congreselor anuale de astronautică (vezi Anexa 1), promovate de savantul Frank J. Malina şi alţi specialişti ; prin referatele şi tezele prezentate, s-a luat cunoştinţă de diferite modalităţi prevăzute pentru punerea la punct a mijloacelor de asigurare a construcţiilor pe Lună, dar şi de posibilităţile de folosire intensivă a materialelor existente în scoarţa selenară. Spre exemplu, brevetul unui procedeu de obţinere a vaporilor de apă prin trecerea unui jet de hidrogen peste roca de tip ilmenit a fost elaborat la NASA din anul 1975. Din calculul rezervelor de ilmenită din scoarţa lunară, s-a ajuns la concluzia că acest procedeu, devenit industrial pe Selenă, ar putea aproviziona cu apă o colonie cosmică pentru un milion de oameni, pe o perioadă de mai multe sute de ani !

Căutînd să fundamenteze scopurile cărora urmau să le fie subordonate activităţile viitoarelor colonii spaţiale, specialistul american Krafft Ehrlicke declara de la tribuna Congresului de astronautică din Amsterdam (v. anexa 1) : „...Oricine îşi poate imagina conceptul de colonizare a Cosmosului sau de schimbare a climei pe Venus ori pe Marte, sau de trimitere a unei sonde automate spre steaua Alfa din constelaţia Centaurului. Popoarele vor aprecia însă contribuţia potenţială a activităţilor spaţiale nu din amplexarea imaginaţiei, ci după modul just în care această imaginaţie a fost adaptată necesităţilor omului şi realităţilor economice”, ...a perioadelor respective, am putea adăuga la cele spuse de acest savant, el însuşi unul din cei care a imaginat un proiect de colonie spaţială. Este adevărat, prof. Ehrlicke avea în vedere prima fază a coloniilor spaţiale, destinate în principal pentru cel mult 100 de colonişti, ca o etapă pe „traseul” con-

struirii şi folosirii centralelor electrosolare <sup>1</sup>, a staţiilor modulare şi chiar a spitalelor spaţiale !

Prof. Ehrlicke aprecia şi o dezvoltare pe orizontală a viitoarelor construcţii spaţiale : ele vor dispune de fabrici imense şi instalaţii producătoare de hrană pentru sutele de mii de locuitori, în perspectivă, ai acestor construcţii numite de el „androculele cosmice”, inclusiv propriile flote de nave cosmice comerciale şi chiar unele „concesiuni” miniere pe alte corpuri cereşti ! Formînd un fel de centre ştiinţific-culturale foarte puternice, „androculele spaţiale” ar putea participa, prin mijloacele ce le vor fi proprii, la pătrunderea omului către limitele sistemului solar.

Foarte aproape de ideile lui Ehrlicke, se află proiectul emis de ing. Stines, cel care considera că, fiind în ajunul celei de a treia „revoluţii industriale” pe Terra, umanitatea trebuie să ia de pe acum măsuri pentru soluţionarea radicală a poluării pe care o va implica (dacă nu se creează bazele tehnice de protecţie corespunzătoare) — la scara întregii planete —, creşterea formidabilă a surselor poluante, în special cele termice şi din atmosferă.

Renunţînd integral la fatalismul celor care apreciau că implicaţiile acestui formidabil ritm industrial la scară planetară ar conduce, inevitabil, către o stagnare a evoluţiei societăţii, Stines abordează varianta evoluţiei pe un nivel superior, apelînd la resursele Cosmosului ; să cităm din afirmaţiile lui Stines : „...Sistemul solar pare a fi cel mai indicat şi potrivit loc pentru mutarea activităţilor industriale proprii unei umanităţi care va avea de făcut faţă unor grele probleme în viitor, în primul rînd în scopul ca acestea să nu perturbe catastrofal biosfera planetei natale”. În continuare, Stines aprecia că, odată cu implantarea

<sup>1</sup> Cu o întindere pe orbită de 24 km, centrala electroheli-orbitală, imaginată conform unei idei emise cu trei decenii în urmă de savantul Hermann Oberth, ar urma să capteze radiaţia solară cu zeci de mii de captatoare ; emiţătorii discoidal vor transmite energia pe Terra sub formă de microunde. O lucrare de ansamblu a fost publicată de M. Claverie în *L'Aéronautique et l'Astronautique*, no. 63, 1977, 2, p. 3—4.

în Cosmos a industriilor terestre poluante, acestea „...vor putea folosi materiile prime provenite din interiorul sistemului solar, precum și energia provenită de la astrul central, reciclând totodată atât deșeurile produselor rezultate din variatele activități industriale, inclusiv energiile reziduale!“...

În teoria elaborată de Stines, celei de a 3-a revoluții industriale la scară planetară îi era rezervat un interval de un secol pentru a se finaliza integral; ca atare, Stines concluziona destul de optimist „...pentru o industrie proprie unei civilizații foarte avansate, cum se presupune că se va prezenta aceasta la nivelul anilor 2000, nu va fi deloc necesar un exod al populației în Cosmos, deoarece automatizările și cibernetizările producției vor fi în măsură să asigure evoluția proceselor fără intervenția directă a omului...“

În sprijinul raționamentelor sale, Stines aducea enumerarea condițiilor imaginate de el ca fiind specifice desfășurării unui proces industrial în condițiile spațiului; la fel ca și O'Neill, Stines propunea utilizarea materiei cuprinse în unele corpuri cerești, în special din briurile de asteroizi aflate între Marte și Jupiter, eventual prelucrând un asteroid<sup>1</sup>, respectivele materiale urmînd a fi transportate la locul din spațiu destinat asamblării marilor structuri, cu ajutorul unui nou tip de accelerator electromagnetic<sup>2</sup>. Revista „Spaceflight“ a publicat — sub semnătura lui Stines —, o listă cu circa 40 de proceduri tehnologice care ar putea fi elaborate doar beneficiind de condițiile specifice ale Cosmosului; aceste proceduri urmau să stea la baza unor procese industriale de amploarea cerută de industrializarea Cosmosului, de primele construcții cu scopuri multiple, pe care specialiștii anilor 1974—1980 le vedeau operaționale la sfîrșitul mileniului II.

<sup>1</sup> Geoffrey M.J., Mc. Cord T.B., *Mineralogical Characterisation of Asteroid Surface, Materials from Reflectance Spectroscopy*; a Review, AIAA Preprint 77—527, 3d, Princeton Conf. on Space Manufacturing Facil, 1977.

<sup>2</sup> Kolm H.H., Thornton R.D., *Electromagnetic Flight*. În: Sc. Americ., 10, 1973.

Atrăgătoarelor idei ale lui Stines, sau optimistelor calcule emise de O'Neill, li s-au adus corective, deoarece trecerea de la cercetări și date de calcul aferente cercetării și dezvoltării, la estimări de tip industrial-financiar, au condus la valori de investiții mult mai mari, apropiindu-se la sfîrșitul de mileniu, de un efort financiar aproximat la 100 de miliarde de dolari! Ca urmare, au trebuit aduse corective de ordin economic: spre exemplu, marele rezervor al fiecărei nave spațiale nu va mai fi „aruncat“ în spațiu, cu ocazia fiecărei misiuni, deoarece în cazul „supernavetelor“, cu un mic rabat de la valoarea greutății utile, aceste rezervoare vor putea fi și ele satelizate și ulterior aduse pe Lună; astfel acestea ar putea servi drept viitoare containere ale sistemului de accelerator electromagnetic spațial, destinat de O'Neill pentru aprovizionarea cu materiale destinate prelucrării componentelor stațiunilor orbitale. De aici și pînă la aducerea unui asteroid, tot în apropierea locului unde se va construi stația orbitală, apoi a unui accelerator de masă cu stația sa energetică (total sub 100 tone), nu ar mai fi decît un pas; astfel, participanții la conferința din 1977, de la Cocoa Beach, privind imaginarea modului cum va arăta un oraș cosmic al anilor 2010, au fost plăcut impresionați de rapiditatea cu care realizatorii unui interesant film de anticipație, au reușit să-l depășească pe Stanley Kubrik, cel care cu filmul „Odiseea-2000“ reușise în deceniul nostru să înflăcăreze imaginația tuturor celor care au visat și mai visează încă la marile călătorii cu nave cosmice atomice, spre depărtările interastrale.

Filmul de anticipație prezentat participanților la amintita conferință, invita la o imaginară călătorie într-un „oraș“ instalat pe o orbită circumterestră denumit stația L—5; după o carantină de cîteva săptămîni pentru viitorii pasageri, grupul de nave spațiale destinate special pentru această imaginară călătorie spre stația orbitală L—5, urma să fie adusă pe o orbită circumterestră, la 240 km altitudine, unde avea loc cuplarea cu „trenul interorbital“, un etaj reactiv de putere ridicată, cu

care s-ar fi obținut surplusul de viteză necesar pentru a se atinge orașul cosmic (aflat în punctul L—5), după un zbor de cinci zile. Ajunsă la țel, nava cosmică este oprită pe axa inelului cosmic cu diametrul de 1,8 km, unde se află și „gara cosmică” ; un lift purta vizitatorii din film spre colonia propriu-zisă, de-a lungul unui tunel radial... În colonie se află pomi, spații verzi, case, magazine, trafic de biciclete electrice și un minunat cer albastru care începe și se sfârșește la înălțimea de... 60 metri ! La o extremitate a tunelului axial se aflau institutele de cercetări, laboratoarele, întreprinderile specializate etc. Sursa de venituri a coloniei era constituită din vinderea de... energie : centralele helioelectrice coordonate de membrii coloniei transformă cu pierderi mici lumina solară în electricitate pe care o transmit consumatorilor de pe Terra sub formă de fascicule intense de microunde. Atunci discuțiile s-au purtat nu asupra executării unei asemenea construcții în Cosmos, ci asupra utilității ei, având în vedere că se estima un cost de 175—200 miliarde de dolari, cu o perioadă de amortizare de circa trei decenii, respectiv un cost de aproximativ zece ori cât al mult-criticatului program *Apollo* !

Au mai apărut și alte aspecte, între timp, printre care calculele care priveau forma cea mai utilă a stației, eliminarea definitivă a oricărui pericol pentru locuitorii stației din punct de vedere al radiațiilor ionizante provenite din Cosmos, dar și de la astrul zilei, asigurarea unui sistem capabil să recupereze integral apa, dioxidul de carbon, azotul, oxigenul etc., într-un proces de reciclare, având în vedere utilitatea vitală a substanțelor menționate, cheltuielile de energie, aspecte psihice etc.

Și acum, citeva aspecte din comentariul de specialitate al filmului stereofonic și spațial, prezentat pe ecran panoramic circular, reprezentând aspecte din construcția, organizarea și particularitățile activităților depuse de personalul monitorilor spațiali și ai familiilor lor, de pe „stațiunea orbitală L—5“...

...Pe fondul negru al cerului cosmic, strălucește orbitor în lumina soarelui gigantul inel cu spițe care înconjoară cilin-

drul-colonie spațială, lung de aproape 5 km, alături de care se află cosmoheliocentrala și complexul industrial cosmic, inclusiv laboratoarele de cercetări.

Alegerea acestei forme, definitivate în cadrul consfăturii științifice internaționale din vara anului 1975, a avut în vedere aspecte de economicitate, posibilitatea simetrizării unor activități, realizarea gravitației controlate, aspecte de bază în ecologia sistemelor închise, concluzii de teste psihologice, fiziologice și de arhitectură cosmică.

Platformele de amarare a convoaielor de navete cosmice dezvoltate au pus probleme privind asigurarea unor dispozitive automate care să permită intrarea noilor veniți — respectiv plecarea vizitatorilor sau a celor cu stagiul încheiat, fără a trebui să se facă apel la grelele și obositoare costume cosmice din anii '60—'80 ; instalațiile aferente acestor activități erau totdeauna prezentate cu mândrie tuturor noilor veniți, ele avându-și un binemeritat loc în documentarul de anticipație la care ne referim.

Cu același interes erau urmărite detaliile tehnice privind avantajele din punct de vedere al consumurilor de energie — reprezentate prin valori ale vitezelor necesare deplasărilor în spațiu — solicitate pentru aducerea materialelor necesare construcției stației L—5. Astfel, pentru a se atinge punctul L—5 din spațiu, cu pornire direct de pe Terra, calculele atestă necesitatea de a se imprima vehiculului cosmic respectiv viteza de 12,7 km/s; în caz că se intenționează aceeași țintă, dar cu decolare de pe solul selenar, cererea de viteză este de numai 2,9 km/s, ceea ce revine pentru raportul consumurilor energetice de aproape 20 la 1 ! Din punct de vedere energetic, orbitele geostaționare, atât de utile în toată perioada de construcție a stației orbitale, sînt de vreo zece ori mai aproape de Lună decît de Terra ! Astfel, pentru a aduce un corp artificial de pe Lună pe o orbită geostaționară (trecînd prin apropierea punctului de librăție L—5), este necesar un consum energetic corespunzător unor creșteri succesive ale vitezei de la 2,2 km/s pentru orbita lunară pînă la



4,6 km/s pentru atingerea obiectivului urmărit ; în ce privește aceeași acțiune, de această dată pornind de pe Terra, sporul de viteză va fi de 12,4 km/s, valoare în general bine cunoscută de toți cei care se ocupă de problemele transferului de pe o orbită pe alta în Cosmos. Ca o anexă la aceste calcule și la rezultatele lor practice — care formau de fapt atractivitatea acestor cadre ale filmului documentar pe care-l descriem —, nu este lipsit de interes să amintim că pentru atragerea și aducerea în apropierea orbitei Pământului a unor asteroizi de mărimea lui Amor sau Apollo, calculele atestă necesitatea dispunerii de o energie corespunzătoare unor sporuri de viteză de numai 3—3,2 km/s !

O atenție generală a suscitat, la fiecare prezentare a acestui film documentar, acceleratorul electromagnetic de masă (*Mass Driver*), al cărui principiu era astfel detaliat : containerele metalice conținând material lunar (prelucrat ori nu) erau accelerate printr-o metodă electromagnetică (combinarea levitației magnetice cu principiul motorului liniar), atingând pe o „pernă magnetică” viteze de ordinul kilometrilor pe secundă, alunecarea efectuându-se pe un fel de monorai metallic, care respingea foarte intens câmpul magnetic al înfășurării supraconductoare a fiecărui container ! Foarte interesantă era și formarea propulsiei magnetice : aceasta se obținea prin apariția forțată a unui câmp magnetic (variabil în timp), în lungul șinei monorailului, mai precis a unei unde magnetice progresive ! Acest sistem de conversie directă a energiei electrice în energie cinetică comunicată respectivelor containere se face cu un randament foarte ridicat (datorită condițiilor evoluției în vid), viteza de accelerare a containerelor fiind limitată doar prin alegerea corespunzătoare a parametrilor acceleratorului (!), cu mențiunea că acest *Mass Driver* este mult mai economic decât orice fel de rachetă chimică, putând „arunca” cu mare viteză în spațiu orice material (inclusiv deșeuri industriale), putând funcționa oricât, fără a implica pierderi de substanțe prețioase, cum este cazul în sistemele reactive clasice !

Instalarea acceleratorului la Baza lunară, în apropierea marului Laborator Internațional Lunar, a pus probleme numai pentru găsirea unei regiuni mai puțin accidentate pentru a instala monoșina lungă de 3 km, instalarea stației de 110 MW și a tuturor agregatelor și instalațiilor, cu o greutate inițială de proiect de aproape 6 000 tone ! Apreciind că cele aproximativ 50 de persoane care asigură funcționarea acestei Baze industriale lunare, inclusiv acceleratorul magnetic sînt perfect antrenate, transportul timp de un an a 600 000 tone către colonia cosmică (cîte un container de 20 kg la fiecare secundă !) ar fi realizabil, ceea ce ar putea îndeplini dezideratul coborîrii prețului per kg de material lunar sub 2 dolari !

Revenind la organizarea stației cosmice L—5, imaginile redau aspecte de la clinicile de tratament al unor afecțiuni specifice, printre care maladiile cardiace dețin locul central ; sînt aici laboratoare foarte bine dotate, unde se studiază sistematic efectele valorilor foarte reduse ale câmpului gravitațional asupra subiecților biologici.

Din multiplele direcții de dezvoltare în domeniile metalurgiei spațiale, care și-au adus un aport substanțial la construirea obiectivelor din zona respectivă a spațiului, sînt subliniate ca preponderente următoarele :

— prima direcție a inclus cercetările științifice și experimentările în stații-pilot privind detalierea comportării metalelor lichide, a modalităților în care acestea solidifică și cristalizează, procesele transformărilor de fază, efectele tensiunii superficiale, combinațiile de faze și de constituenți ; au fost, pe rînd, puse în evidență procesele tehnologice pentru cazurile de mare însemnătate a sistemelor cu faze lichide care includ faze gazoase sau solide. Obținerea, în final, chiar la scara producției, a unor metale spongioase, a unor supraconductoare etc. a fost de reală utilitate la construirea componentelor de agregate și utilaje, capabile să fie utilizate în condițiile Cosmosului ;

— ce-a de-a doua direcție a condus la elaborarea tehnologiilor specifice și a instrumentației destinate executării construc-

țiilor spațiale de mari dimensiuni și a diferitelor operații și activități pe orbită, inclusiv reparațiile vehiculelor utilizate în această activitate, programată inițial pentru etape de câte un deceniu și care ulterior a îndeplinit o serie de condiții pentru a se generaliza, înglobându-se în marele program „Umanizarea Cosmosului apropiat“ !

Elaborate în paralel cu studiile de ergonomie și fiziologie spațială destinate montorilor cosmici, sculele și agregatele complexe cu care s-au îndeplinit în spațiu lucrări de sudură, tăiere și lipire a metalelor, găuriri etc. (începute în deceniul '60 cu stațiile *Vulcan* de pe cosmonavele *Soiuz*), au dat deplină satisfacție. Cu această ocazie s-a demonstrat necesitatea ca multe din lucrările pregătitoare pentru construcția stației *L—5* să nu se efectueze în punctul lagrangean cu același indicativ, ci în punctul cu numărul *L—2* care, spre deosebire de *L—5* ce se află pe orbita lunară, se găsește de această dată pe axa Pământ-Lună, la numai 62 000 km depărtare de scoarța lunară.

— cea de-a treia direcție de cercetări aplicative s-a referit la producerea direct în Cosmos, fie în Baza lunară, fie în atelierele și secțiile automatizate de producție ale Combinatului industrial cosmic, a unor semifabricate și componente de utilaje și elemente de structuri spațiale ; se au aici în vedere în primul rând aliajele superrezistente și anticorozive, aliajele ușoare armate cu fibră de sticlă, oțelurile spongioase, laminatele și turnatele cu forme deosebite și proprietăți care le fac apte construcțiilor în Cosmos.

Construită cam în aceeași perioadă cu acceleratorul electromagnetic și baza lunară, stația helioelectrică orbitală beneficiază tot timpul de radiația solară, pe care o poate capta la un flux mediu de 8—15 ori mai mare decât orice instalație similară amplasată pe solul terestru. Evaluările preliminare — confirmate ulterior — au demonstrat că transformarea prin metode fotovoltaice și electrotermice a energiei solare în energie electrică, trimisă stațiilor de la sol sub formă de fascicule de unde radio cu

hiperfrecvențe (microunde), ajunge la prețuri de livrare competitive cu electricitatea furnizată de centralele atomoelectrice de pe Terra. Nici construcția primei helioelectrocentrale instalată pe o orbită geostaționară nu a pus probleme insolubile : astfel, cele aproximativ 100 000 tone de materiale necesare pentru confecționarea stației, cu puterea de 10 GW, au fost preliminate să fie aduse în regiunea unde se construia stația electrică, tot de la baza lunară, folosind în principal acceleratorul electromagnetic.

Ultimele cadre ale filmului-documentar se refereau la organizarea stației *L—5* care, realizând o rotație în fiecare minut, asigură efecte pozitive din partea forțelor Coriolis asupra personalului aflat în lifturile care circulă în „spițele-coridoare“ ce fac legătura dintre inelul exterior și tunelul central al stației, așa numitul corp central al coloniei.

Elementul toroidal, gigantul inel cu diametrul de aproape doi kilometri, este împărțit în șase sectoare separate, cele locuite alternând cu cele destinate agriculturii, creșterii plantelor și a arborilor fructiferi ; în zonele destinate coloniștilor, unde se află circa 50% din populația acestei colonii, sînt plasate teatrele, cinematografele, școlile, magazinele, terenurile de sport, reședințele administrative, institutele de proiectări și unele laboratoare de creație. Lumina este filtrată și dispersată printr-o serie de oglinzi imense, utilizate și în calitate de jaluzele, pentru producerea nopților artificiale de opt ore, dar și pentru protecția față de acțiunea nocivă a radiațiilor ionizante provenite de la Soare etc. Un sistem de alarmă sesizează apariția oricăror fluxuri periculoase de radiații, declanșînd alarma dar și comenzile pentru blocarea căilor de pătrundere a acestora prin geamurile-oglinzi, în interiorul coloniei. Toate străzile sînt curbe, pentru ca nevăzîndu-le niciodată sfîrșitul, coloniștii să poată evita simptomele unei claustrofobii.

Comentatorul științific al filmului încheia amănuntele tehnice, dar și de anticipație ale construcției coloniei spațiale cu următoarele cuvinte, care oglindeau chiar imaginile de final ale fil-

mului : „...un cer albastru, cu norișori holografici albi, acoperă o miniatmosferă integral nepoluată, sub care oameni ce se cunosc din procesul muncii, dar și din activități cultural-sportive, se întâlnesc, conlucrează, se deplasează în sunetul unei muzici plăcute, în regiuni cu culori pastel, fără pericolul automobilelor și al poluării datorită acestora, fără a fi perturbați de nici un factor care să-i împiedice de la activitatea grea, dar și nobilă de umanizatori ai Cosmosului !...“

## CAP. 6

### VA AJUNGE CÎNDVA TERRA SEDIUL UNEI SUPERCIVILIZAȚII ?

*„Există nenumărați sori, nenumărate Pământuri care gravitează în jurul sorilor tot așa cum cele șapte planete ale noastre se rotesc în jurul Soarelui...  
Aceste lumi sînt desigur locuite de ființe vii !...“*

Giordano Bruno (1548—1600)

Actuala penurie de energie, care are mari șanse de a se accentua în secolul următor, ar putea pune sub semnul întrebării progresul și chiar evoluția ascendentă a viitorului civilizației pe planeta Pământ ; ca urmare, căutarea de noi forme de producere a energiei capătă aspecte foarte variate, printre care se pot menționa folosirea reacțiilor termonucleare dirijate, sursele geotermale, resursele oceanului planetar, utilizarea energiei mareelor, a diferențelor de temperatură dintre zonele calde și mai puțin calde ale apelor din mări și oceane, energia valurilor, forța vînturilor, radiația solară etc.

Dacă ne oprim la încercările tot mai insistente de a se utiliza energia pusă la dispoziție de astrul zilei, trebuie arătat că Soarele emite radiații care ar putea fi capabile — dacă ar fi măcar într-o mică parte convertite în energie electrică — să furnizeze miliarde de megawați zilnic !

Cît privește energia termonucleară, trebuie arătat că rezervele de combustibil, respectiv hidrogen, sînt atît de mari pe Terra, încît pe această cale ar putea deveni disponibile resurse energetice capabile să ne ducă în viitor spre o „supercivilizație“, respectiv o civilizație de tip superior, în accepțiunea fizicianului Dyson...

Actuala cercetare a Cosmosului apare ca o etapă obligatorie în drumul de maturizare a civilizației terestre, o nouă calitate



care demonstrează saltul de la o existență de tip terestru, la o civilizație superioară, de tip cosmic...

Considerînd evoluția civilizației de pe Pămînt ca un fel de sumă perfecționabilă a tuturor cuceririlor gîndirii — corolar al vieții superior organizate —, ar fi interesant de imaginat cum ar putea evolua „minunata planetă albastră“, cum au botezat astronauții planeta Pămînt.

Majoritatea specialiștilor în viitorologie cosmică au fost de acord că umanitatea va dezvolta mijloacele de exploatare și pătrundere în spațiu; un exemplu este constituit de proiectele de nave cosmice atomice și termonucleare, capabile să asigure atingerea stelelor, chiar a unor sisteme planetare posedînd, poate, viață superior organizată. Spre exemplu, potrivit calculelor astronomului Peter van der Kamp, steaua Barnard, situată la o depărtare de 5,9 ani-lumină, are oscilații periodice în jurul unei poziții determinate, ceea ce a condus la ipoteza existenței unor planete, capabile să asigure condiții unor forme de viață. Au apărut și proiecte de vizitare a acestui sistem solar: în perioada anilor 2030—2040, o navă rachetă termonucleară denumită „Daedalus“, așa cum a imaginat-o inginerul Allan Bond, asamblată pe orbită circumterestră și alimentată de la Jupiter cu rezerve suficiente pentru cele cîteva sute de explozii termonucleare pe minut, se va îndrepta cu 150 milioane km/h spre obiectivul stelar amintit !...

Acest proiect arată că nu numai pentru zborurile astrale, dar mai ales pentru a se face saltul de la o civilizație planetară la una capabilă să coordoneze tot sistemul solar, respectiv să exploreze alte lumi, se cere asigurarea de resurse practic inepuizabile de energie, deoarece ritmul care va fi impus de cerințele energetice ale secolelor următoare va fi complet neobișnuit. Astfel se pare că Soarele ar fi una din principalele soluții avute în vedere, dar pe un alt plan, evident superior, savanții situează energia termonucleară „domesticită“ pentru a putea fi folosită la scara întregului glob terestru. Aici apar însă numeroase dificultăți, de natura cărora este necesar ca cititorul să-și dea

seama înainte de a rămîne cu impresia greșită că, odată pusă la treabă această formă de energie aproape fără sfîrșit, aici pe Pămînt, vizitarea sistemelor solare sau punerea bazelor „super-civilizației“ pe Terra, apar ca fiind doar o problemă de timp...

La începutul anului 1978, la Viena, s-a ținut o conferință internațională, reunind participanți din S.U.A., U.R.S.S., Japonia și unele țări vest-europene.

Acești specialiști au discutat aspecte tehnice și economice ale construirii în comun, a unei centrale termonucleare experimentale. Este aici vorba de prototipul primei centrale electrice la care energia primară urmează a fi furnizată datorită procesului de fuziune nucleară, spre deosebire de cazul atomocentralelor devenite clasice, la care energia este furnizată pe calea fisiunii nucleare controlate. S-a apreciat, pe baza analizei unor calcule detaliate, prezentate de șefii unor grupe de lucru preliminar, că o asemenea centrală ar avea un cost atît de ridicat încît nici o țară nu poate porni o asemenea acțiune, fiind absolut necesară o largă cooperare în acest sens.

Țările participante la acest relativ grandios proiect de „domesticire“ și folosire energetică a reacției de fuziune stăpînite și dirijate ar urma să valorifice cunoștințele tehnologice în mod reciproc.

În cazul cînd studiile care au fost hotărîte cu ocazia respectivei consfătuiri se vor dovedi concludente, construcția primei centrale termonucleare la scara globului terestru ar putea demara cam peste trei ani de la desfășurarea menționatei consfătuiri, adică prin 1981, intrarea în funcțiune fiind apreciată la sfîrșitul deceniului 1981—1990. Activitatea consfătuirii, mai precis a grupurilor tehnice de lucru stabilite cu această ocazie, a fost mult impulsionată de criza de energie care se accentuează, afirmație susținută în cadrul protocolului final, prin care se consfințește că proiectele centralelor de acest tip capătă în prezent o însemnătate de prim rang, determinată în special de cerințele energetice tot mai accentuate la scară globală...

## VOR FI UTILIZATE REZERVELE DE ENERGIE SOLARĂ ?

Soarele este o stea de tip spectral G2V și face parte din a doua sau chiar a treia generație de stele din Galaxie ; cantitatea de energie primită în unitatea de timp de la Soare, de o suprafață de  $1 \text{ cm}^2$ , normală pe direcția spre centrul astrului și plasată la distanță medie Pământ—Soare, este denumită constantă solară. Valoarea acesteia corespunde la temperatura efectivă a astrului de circa  $5800 \text{ K}$ , la o emisivitate de  $6,41 \cdot 10^3 \text{ J/s.cm}^2$ , la luminozitatea medie de  $3,86 \cdot 10^{26} \text{ J/s}$  și o pierdere de masă prin radiație de  $4,3$  milioane  $\text{t/s}$  ! Din această energie, Pământul nu recepționează decât a 2-a miliardă parte, care formează baza resurselor terestre. Modelele actuale, determinate pe baza proporției elementelor chimice, deduse spectroscopic, conduc la concluzia că temperatura centrală în soare este de  $15,7 \cdot 10^6 \text{ K}$ , densitatea centrală de  $158 \text{ g/cm}^3$ , presiunea de ordinul a  $10^{14} \text{ at}$ , energia solară (aproximativ  $3,8 \cdot 10^{20} \text{ MWh}$ ) fiind produsă în special (9/10) prin reacțiile termonucleare de fuziune din lanțul (sau ciclul) proton-proton, iar numai 1/10, prin ciclul carbon-azot. Formidabila dezvoltare de energie produsă de radiația solară reprezintă aproximativ cam ceea ce s-ar produce pe Terra de către patru sute de milioane de miliarde de mari centrale electrice convenționale ! Apare evident că numai fuziunea termonucleară poate asigura de aproape cinci miliarde de ani o asemenea producție de energie, iar aceste fenomene nu țin seama, cel puțin teoretic, de ipoteza că „astrul zilei“ ar putea fi la o a doua... existență a sa ! Dar despre această ipoteză se va aminti ulterior ; acum vom reveni la procesele care au loc în interiorul Soarelui și trebuie să arătăm că prin fuziunea atomilor de hidrogen, cu formare de heliu, se asigură circa  $27 \text{ MeV}$  pentru fiecare „act de fuziune“ care se petrece la nivelul particulelor elementare ale materiei din Soare ! Acest proces implică transmutarea prin fuziune termonucleară în „furnalul termo-

nuclear“ solar, în fiecare secundă, a  $714$  milioane tone de hidrogen, care se transformă în heliu, cu pierderea de masă menționată anterior și celelalte fenomene — radiații, strălucire etc.

Dar să nu pătrundem prea mult în detaliile fizicii Soarelui, doar în limitele a ceea ce ne interesează pentru a aprecia cum ar putea fi folosită această energie pentru viitoarele generații și, mai ales, cum ar putea ajuta cuceririle astronautice, la acest proces. Din radiația și energia astfel furnizată cu generozitate de Soare, pe Pământ este recepționată în fiecare minut și pe fiecare  $\text{cm}^2$  doar o energie echivalentă la  $2$  calorii ; calculele arată, prin urmare că pentru întreaga planetă revin în medie, în  $24$  de ore,  $3,6 \times 10^{21}$  calorii, adică  $4,1 \times 10^{12} \text{ MWh}$ . Calculele efectuate de specialiștii în fizica reacțiilor termonucleare dirijate, arată că o energie comparabilă ar putea fi obținută pe planeta natală, prin fuziune termonucleară consumând circa  $20000$  tone de hidrogen, cantitate infinit mică față de rezervele de hidrogen conținute în oceanul planetar. Evident, orice calcule trebuie să țină seamă și de pierderi, de atenuări.

Și acum despre posibilitățile de folosire practică a energiei solare ; conform părerilor profesorului francez Paul Aigrain, există cel puțin patru direcții de utilizare a energiei emanată de Soare : a) pentru scopuri domestice, de exemplu încălzirea și alimentarea cu apă caldă etc. a locuințelor ; b) producerea de energie pentru scopuri foarte limitate, la nivelul unei așezări rurale nu prea mari ; c) transformarea în energie electrică la nivele largi și difuzarea printr-un sistem interconectat ; d) utilizări specializate, de exemplu în astronautică pentru sateliți, sau chiar pentru centrale electrosolare orbitale.

Fără a ne opri în detaliu asupra primelor două categorii, în care bateriile fotovoltaice respectiv „captatoarele solare“ sînt mijloacele clasice pentru conversia energiei solare în electricitate etc. și unde există deja unele experiențe (de exemplu, centralele solare de la Odeillo și Cethel (Franța), Barston (S.U.A.) etc.), trebuie să arătăm că răspîndirea generală a utilizării ener-

giei solare cu rețea interconectată este o problemă de perspectivă îndepărtată, care presupune stăpînirea tehnologiilor necesare pentru rezolvarea tuturor problemelor aferente primelor două direcții amintite.

Prof. Aigrain apreciază ca foarte interesantă și de viitor „soluția care preconizează lansarea în spațiu a unui satelit gigantic acoperit pe o suprafață de sute de kilometri pătrați de celule solare capabile să transforme direct energia solară în energie electrică care, la rîndul ei, să fie transformată în microunde ce se trimit pe Pămînt. Recepționate de antene uriașe, aceste unde ar fi retransformate în energie electrică. Un asemenea satelit geostaționar recepționează permanent energia solară — fără problema norilor, a zilei, nopții, a anotimpurilor întunecoase. Desigur, un proiect deocamdată fantastic, dar fantastice ni s-au părut toate, la un moment dat“...

De fapt, este vorba de mai multe proiecte de centrale helio-solare orbitale. În principal, transmiterea energiei electrice de la aceste centrale către sol se propune a se face prin tehnica microundelor, acestea suferind atenuare minimă la traversarea atmosferei; în principiu, sateliții geostaționari de dimensiuni corespunzătoare pentru a reflecta cantități mari de energie provenind de la Soare ar putea primi și misiuni de a asigura conversia direct pe orbită a energiei solare în energie electrică și transmiterea acesteia, sub formă de microunde, consumatorilor de pe Pămînt.

Reluînd o idee a savantului german de origine română Hermann Oberth, specialistul american Krafft Arnold Ehrlicke (cunoscut constructor de rachete în perioada 1940—1958) a propus instalarea pe o orbită geostaționară a unui satelit-reflector, destinat emisiei locale de energie (transmiterea de microunde prin așa-numitele ghiduri de unde), dar și pentru reflectarea energiei solare de mari suprafețe satelizate la 36 000 km, urmînd ca recepția acestei radiații să fie asigurată cu antena de tip rețea de dipoli...

În concepția specialistului american, sursele de putere ar urma să fie amplasate în regiuni cu media zilelor însorite cît mai ridicată, astfel încît energia recepționată să poată fi furnizată direct beneficiarilor; s-a încercat și o extindere a acestui proiect prin propunerea transmiterii directe a energiei la numeroși consumatori locali, prevăzîndu-se totodată și substații „de avarie“, pentru alimentările de la rețelele clasice, în caz de necesitate. În același proiect se propun lansări de sateliți-reflector de microunde pentru care energia transmisă pulsatoriu să fie filtrată prin tehnici corespunzătoare de sincronizare pentru reducerea pierderilor; se apreciază că 200 de asemenea sateliți, fiecare de 100 MW, ar putea servi pînă la 1000 de zone beneficiare, cu suprafețe de  $220 \times 220$  km. Din proiect rezultă că asemenea sateliți vor cîntări sub 17 tone, iar antenele de la sol vor avea circa  $300 \text{ m}^2$ .

Pentru a înțelege proiectul-gigant propus de specialistul american Peter Glasser, să revenim pentru scurt timp pe... Pămînt! Mai precis în laboratoarele Centrului de cercetări optice al Universității din Arizona, unde cercetătorii științifici conduși de dr. Aden Meniel au propus și proiectat o heliocentrală de 1000 MW, aproape cît partea românească a hidrocentralei Porțile de Fier I!

În cadrul proiectului, suprafețe uriașe de teren vor fi acoperite cu plăci selectiv-absorbante, adevărate filtre capabile să producă vapori la temperatura de  $540^\circ\text{C}$  sub o presiune de aproape 90 de atmosfere. Căldura captată de aceste suprafețe absorbante este culeasă de un fluid bun conducător de căldură, de exemplu, un flux de sodiu topit. Căldura este transferată de acest flux într-un rezervor perfect izolat termic, care, de asemenea, conține sodiu topit și care servește drept termos uriaș. În continuare, această căldură înmagazinată produce la rîndul ei vapori care vor acționa turbinele generatoarelor electrice. Inventatorii acestei „mașini solare“ apreciază randamentul instalației la 30%, deci foarte apropiat de cel al termocentralelor. Avantajelor independenței de zilele neînsorite — deoarece ter-



mosul cu sodiu topit este un rezervor suficient pentru ca generatoarele electrice să nu depindă de Soare — li se opun dimensiunile cu adevărat enorme ale instalației. Și aici proiectanții au găsit o soluție : folosirea unei mine de sare abandonată. Cît privește găsirea suprafețelor întinse care să fie acoperite cu plăci absorbante de căldură, aici problema este mult mai spinoasă... Poate în regiunile Saharei, poate deasupra unor mări sau oceane, în orice caz, la un asemenea proiect, soluțiile trebuie să fie tot din cele mai originale...

Peter Glasser propune ca heliocentrala (convertizorul primar) să fie amplasat pe un satelit geostaționar ; energia solară, culeasă de mari panouri amplasate pe această orbită, va fi retransmisă pe Pământ (sau în alt punct al spațiului), sub formă de microunde, unde va trebui recepționată de o antenă cu o suprafață în medie de 100 km<sup>2</sup>. Calculele arată că densitatea de energie recepționată pe unitatea de suprafață la asemenea antene va fi suficient de redusă pentru ca animalele să poată paște liniștite sub armăturile antenelor ! Convertizoare uriașe, despre care se apreciază că vor putea fi satelizate după anul 1990, folosind nave spațiale dezvoltate, vor fi prevăzute cu excepțional de mari panouri conținând celule solare și oglinzi, asigurând transmiterea energiei de pînă la zece mii de megawați, folosind antene cu raza de... 1 km !

Transmiterea prin fluxuri de microunde, deci cu ajutorul radiației de frecvență ultraînaltă, poate fi comparată cu un pod de zeci de mii de kilometri lungime, între stația electrosolară orbitală și Terra, transportul de energie nefiind afectat de nici un fenomen meteorologic, funcționînd continuu, independent de anotimp ! Pe Terra, stația receptoare va fi dotată pentru a transforma radiația recepționată în curent continuu sau alternativ, pe care-l va transmite direct la consumatori.

Datele de proiect sînt convingătoare asupra realizării lui în următorii zeci de ani : masa unei stații electrosolare orbitale de 10 000 MW, dotată cu baterii fotoelectrice, se apreciază că

va atinge 35 000 tone ; asamblarea pe o orbită joasă (200—300 km) va fi efectuată de oameni cu agregate automatizate, conduse de la distanță și special programate. Odată montată, helioelectrocentrala va trebui amplasată pe orbită geostaționară, în locul preliminar, operație care se apreciază că va dura, chiar cu tehnica acelei perioade, între șase și douăsprezece luni ! Pe această orbită se propune să fie amplasate și o serie de propulsoare auxiliare, destinate corectării orbitei și atitudinii ansamblului, spre a primi lumina solară la unghiul optim.

Desigur, înaintea începerii „ridicării“ helioelectrocentralei, vor trebui soluționate numeroase aspecte tehnice, biologice, ecologice și, deloc mai puțin importante, probleme juridice. De asemenea, unii propun ca energia să nu mai fie transmisă pe Terra, ci direct în Cosmos, acolo unde vor fi amplasate, într-un viitor previzibil, foarte multe industrii ale mileniului III !

Wernher von Braun, apreciînd aceste proiecte, arăta că spațiul va fi soluția conversiei energiei solare în energie utilă ; totuși, acum se pune întrebarea : energia solară, sau cea termonucleară ? ! Răspunsul încercăm să-l creionăm în paginile următoare...

## ÎN DRUM SPRE

„O CIVILIZAȚIE A HIDROGENULUI“ !...

Cercetările recente de viitorologie arată că obiective mari pot fi realizate doar cu eforturi concertate ale globului, dispunîndu-se de mijloace materiale de același ordin de mărime, iar „domesticirea“ și „înregimentarea industrială“ a atomului, sau „asaltul Cosmosului“ sînt printre cele mai reprezentative exemple în acest sens, exemple în care previziunea unui Oppenheimer sau Goddard au fost de nenumărate ori depășite, atît ca eforturi cît și ca mijloace efectiv angajate...

Astfel, viitorologii aparținând Institutului american Hudson prevăd că pînă în anul 2000 se va construi o colonie cosmică, pînă în anul 2010 omul va pași pe solul marțian, iar pe Lună (ori pe un asteroid) va exista o întreprindere minieră ; anul 2020 va constitui limita detectării unei forme de viață superioară pe un astru din Univers ; la fel, în anul 2110 se apreciază că în Cosmos vor trăi mai mulți oameni decît pe Terra, anul 2175 fiind considerat ca limită pentru realizarea unei întâlniri efective cu extraterestri (!)...

Desigur, există proiecte ce prevăd explorarea sistematică a potențialelor lumi ce se găsesc în Galaxie sau aiurea, iar despre unul din acestea — programul *Daedalus* — am amintit într-un capitol anterior ; specialiști ca Freeman J. Dyson, de la Universitatea Princeton, prevăd că peste 200 de ani omenirea se va putea deplasa către alte sisteme stelare cu ajutorul, chiar, a unei adevărate flotile de nave cosmice ! Mai ales că Carl Sagan se menține pe poziția că însăși Galaxia noastră ar putea adăposti numeroase civilizații, iar viitorologii de la Rand Corporation apreciază că încă în anul 2100, întâlnirea va fi un fenomen bine stăpînit !...

Acum nu se pune însă problema estimării direcțiilor și a eforturilor necesitate de o nouă etapă, calitativ deosebită, din istoria civilizației, ci chiar direcția de evoluție a înseși civilizației umane, fenomen care va implica intrarea în acțiune a noi forțe, dezvoltarea la alte scări a formelor de energie adecvate saltului calitativ care poate garanta progresul întregii societăți pe traseele următoarelor milenii...

Omul a inițiat abecedarul utilizării Cosmosului în beneficiul vieții pe planeta natală, iar acum are dorința (chiar și nevoia) de a se avînta în spațiu ; aspectele de „colonizare“ ale acestui spațiu au fost, modest, prezentate în capitolul precedent. În ipoteza absurdă că ne-am mărgini la tehnica actuală, galaxia noastră ar putea fi colonizată integral de către locuitorii planetei Pămînt, în aproximativ 100 de mii de ani (!), dar dacă ținem seama de un ritm logic al progresului tehnic-științific și

tehnologic, această perioadă ar fi, fără îndoială, mult mai mică, probabil de ordinul mileniilor, sau a zecilor de milenii.

De aici s-ar putea concluziona că o civilizație existentă la nivelul de evoluție al celei de tip terestru își poate apropia integral propria-i galaxie în cel mult cîteva zeci de milenii !

Specialiștii și-au propus să analizeze dacă umanitatea va dispune de suportul tehnic, tehnologic și, mai ales, energetic, cerut de pregătirea acelor expediții care vizează mai întîi pătrunderea, iar apoi însăși colonizarea universului, de organizarea transporturilor spațiale la scări uriașe, similare migrațiilor care au zdruncinat epoci în trecutul istoric al planetei, iar apoi de pregătirea organizării așa-numitei economii cosmice de tip autonom, la scara sistemului planetar...

Este aici cazul să fie citată opinia specialistului român, doctor docent în științe L. Ciplea care, într-un ciclu de articole apărut în anul 1970 arăta, privind ipotezele asupra unei civilizații a mileniului al III-lea și chiar ulterior : „... a face din obiectele cosmice ale sistemului nostru planetar doar ținte turistice sau doar de cercetare științifică, este prea costisitor. A ni le imagina doar ca niște exploatări miniere pentru substanțe rare nu reprezintă o soluție economică certă...”

Aceste opinii privind analiza obiectivelor astronautice, ce vor fi propuse în următoarele secole, erau urmate și de propunerile specialistului : „Doar atunci cînd aceste obiective vor fi locuite, cînd își vor dezvolta o economie proprie, se va putea vorbi despre stăpînirea lor reală (în sensul utilizării, n.a.), de integrarea lor totală în civilizația omenească !...”

Acest epocal salt al omenirii, depășind chiar primul pas al omului pe alt astru decît cel natal, ori trecerea la folosirea exclusivă a uscatului de primele viețuitoare de acum milioane de ani, va beneficia, desigur, de condițiile civilizației actuale și, mai ales, de cele din perspectiva apropiată, deși este mult mai complicat... Să exemplificăm.

Dacă pregătirea pasului pe Lună a durat zece ani, în schimb australianul M. Boreham ne asigură că acceleratorul său de

gaze ionizate în calitate de propulsor cu 34 km/s (!), va asigura posibilitatea zborului unei rachete astfel propulsate spre Marte și înapoi, în numai 40 de zile (! ?)

Fără a subestima propunerile de noi surse de propulsie a rachetelor spațiale ale următoarelor decenii, trebuie reținut că motorul rachetă termoatomic și motorul rachetă cu laser — despre organizarea cărora s-a amintit în primul capitol al prezentei lucrări —, se află încă în faza de început : motorul rachetă atomic de tip *Nerva*, mult timp testat în poligonul experimental din Nevada, nu a dat încă rezultate satisfăcătoare, iar probele au fost temporar oprite, din motive economice ; de asemenea, racheta cu laser se găsește doar în faza de studii și documentație de execuție a unor modele experimentale. În asemenea condiții apare clară creșterea relativă a timpului care ne separă de data preliminară pentru efectuarea unei călătorii dus-întors în spațiul interplanetar...

Una din principalele dificultăți în calea pregătirii și apoi a efectuării unei asemenea expediții cosmice o constituie condițiile complet inospitaliere care domnesc pe majoritatea obiectivelor planetare ale acestor expediții ; astfel, pe Venus domnesc presiuni, temperaturi și o atmosferă ucigătoare ; radiațiile sînt principalul inamic pe Marte, pe Jupiter și pe asteroizi, iar fierbintele Mercur este capabil să topească orice emisar pămîntesc, fie el automat, fie o navă găzduind un echipaj de astronauți.

În paralel cu acțiunea de pregătire a mijloacelor capabile să protejeze omul atunci cînd se va avînta spre asemenea obiective astronautice, programele spațiale de perspectivă trebuie să aibă în atenție găsirea și folosirea resurselor energetice aferente preparării acestor zboruri de mare dificultate. În ipoteza abordării energeticii termonucleare, calculele atestă existența unor resurse de peste  $1,5 \cdot 10^{17}$  tone hidrogen, ceea ce poate asigura necesarul pentru 17 miliarde de ani (la nivelul consumurilor energetice globale calculate pentru mileniul II, în special efectul termic planetar). Calcule similare se pot face astăzi privind resursele potențiale de energie de proveniență fuziune termo-

nucleară și pentru celelalte planete ale sistemului, iar sondele spațiale care au explorat atmosferele planetelor au furnizat informațiile necesare în ceea ce privește conținutul de hidrogen respectiv. Acesta variază foarte mult de la planetă la planetă, astfel încît rezervele de energie termonucleară potențială — pornind de la resursele de hidrogen — ale planetei Jupiter sînt de peste o mie trei sute de ori mai mari, pe cînd ale lui Marte, de peste șase ori mai mici decît ale planetei noastre. Un asemenea „inventar energetic planetar“ ne poate asigura că operațiunea „civilizația hidrogenului“ poate demara cu sorți de izbîndă !...

Există deci energie solară primară suficientă, iar specialiștii în transporturi cosmice au folosit-o deja pe bordul astronavetelor și al marilor stațiuni spațiale locuite ; ca perspectivă, cosmo-heliocentralele de care aminteam în paragraful precedent vor fi foarte mult solicitate în prima etapă de colonizare a spațiului periterestru. Rachetele electrice și navele spațiale automate cu velă solară vor fi adevărate sonde ale cercetărilor planetare, explorînd pe rînd cometele, planetele mai îndepărtate etc., dar cucerirea spațiului pornind din apropierea Terrei — sau mai precis în condițiile existenței unui cîmp gravitațional intens — nici nu se poate imagina cu o asemenea utilizare a energiei solare. Cele arătate anterior demonstrează că trebuie să se reanalizeze ideea rachetelor dotate cu motoare nucleare și în speță cele care să folosească drept combustibil hidrogenul, a cărui abundență în Univers este recunoscută...

Se pun deci două probleme : folosirea energiei degajate la fuziunea nucleelor de hidrogen pentru propulsarea navelor astrale ale viitorului și pentru asigurarea unui disponibil energetic capabil să conducă la așa-numita „recondiționare a planetelor“ sistemului solar, spre a permite dezvoltarea vieții superior organizate pe acestea, cel puțin într-o măsură convenabilă pentru a se ajunge la un stadiu superior, cel de civilizație de ordin solar !...



Constructorii de motoare pentru viitoarele zboruri interplanetare și chiar interstelare ale omului sînt foarte interesați de stăpînirea și dirijarea reacțiilor termonucleare; calculele arată că utilizarea reacțiilor de fuziune cu evacuarea directă în spațiu a plasmei formate poate asigura o viteză a propulsantului din motorul termonuclear de cca  $2 \dots 3 \cdot 10^7$  m/s (cam 8% din viteza de propagare a luminii în vid !); această viteză este apreciată ca suficientă pentru realizarea tuturor zborurilor interplanetare ale umanității mileniului următor. Cu o oarecare creștere a raportului de participare a propergolului nuclear — în speță hidrogenul —, ar putea fi asigurate și unele zboruri interstelare, deși acestea nu sînt deocamdată absolut necesare. Desigur, marile temperaturi (de ordinul miliardelor de grade) fac să fie înlocuite clasicele sisteme ale motoarelor vehiculelor spațiale cu... cîmpuri magnetice, iar asigurarea protecției față de intensele radiații fotonice de tip termic va trebui luată în considerare.

Viitoarele rachete termonucleare vor putea funcționa, în principiu, atît în regim continuu, cît și în impulsuri, mai ales că, prin înlocuirea rachetelor nucleare funcționînd cu impulsuri prin rachete termonucleare cu funcționare continuă, se va asigura o economicitate absolut necesară în condițiile zborurilor îndelungate.

Participarea energiei termonucleare la recondiționarea planetelor sistemului solar, deși pare dificil de conceput, este tot mai des considerată ca o coordonată de bază a acestei activități viitoare de „prelucrare” a componentelor sistemului nostru solar. Astfel, arătăm în primul paragraf al acestui capitol că energia solară ar putea fi folosită pentru producerea oxigenului necesar în atmosferele unor planete, în primul rînd al celor apropiate de Terra, prin concentrarea razelor solare în vederea descompunerii rocilor de suprafață și eliberarea oxigenului conținut de acestea. Descompunerea pirogenetică a rocilor în vederea obținerii hidrogenului — metodă care pare a fi foarte eficientă — ar putea fi accelerată apreciabil prin utilizarea ener-

giei termonucleare, recunoscută pentru marile temperaturi dezvoltate în procesul exotermic propriu fuziunii. Știind că în atmosfera respirabilă a Terrei se află cîte 250 grame de oxigen la fiecare  $\text{cm}^2$  de sol și cunoscînd suprafețele, forțele de atracție ale planetelor și natura solului acestora, rezultă ușor din calcule cît oxigen trebuie produs, deci cîte roci trebuie descompuse, adică ce energie<sup>1</sup> este necesară pentru arderea rocilor marțiene, venusiene sau chiar de pe... Saturn !

Rezultatele apar surprinzătoare: deși energia necesară este un număr de circa 20 de zerouri (în medie, pentru planetele apropiate, Mercur, Venus, Marte), totuși cantitatea de hidrogen folosită în acest scop reprezintă fracțiuni absolut neglijabile din rezerva de hidrogen a fiecărei planete și nu trebuie uitat că procedeul termonuclear este mult mai rapid, dar nu exclude găsirea metodei adecvate fiecărei planete pentru stabilizarea ireversibilă a oxigenului astfel produs...

Admițînd că vor fi selectate acele obiecte astronomice din sistemul solar apte din punct de vedere al cîmpurilor de forțe să găzduiască o fracțiune din umanitatea mileniului următor, iar procesul de „recondiționare” a atmosferelor acestora este posibil (de exemplu, prin metoda prezentată anterior, se pune o nouă problemă: corectarea deficitului termic — sau a surplusului, dacă este să ne referim la Mercur! — al respectivului obiect cosmic). Deși pare neverosimilă, soluția cea mai simplă (în accepțiunea viitoarelor generații) ar putea fi așezarea corespunzătoare a planetelor pentru a primi radiația solară cea mai favorabilă. Ar mai fi și modificarea suprafeței planetelor pentru a recepționa cantitatea cea mai potrivită de energie solară! Nu am dori să intrăm în analiza acestei ultime metode, considerată oricum doar ca o posibilitate teoretică...

Apropierea planetelor de Soare, divizarea unor planete gigant pentru ca fragmentele mai mici să se apropie de condițiile generale ale planetelor de tip Pămînt, restructurarea atmosfere-

<sup>1</sup> Trebuie avute în vedere energiile de formare a rocilor care conțin oxigen, proprii fiecărei scoarțe planetare.

lor acestor membri semi-artificiali ai sistemului solar, iată sarcini în care procesele termonucleare dirijate în combinație cu câmpurile magnetice interplanetare ar putea fi singurele mijloace capabile de asemenea acțiuni. Este drept, fragmentarea planetelor, frînarea unora pe traiectorie și chiar modificarea traseului altora, implică fenomene cosmice dirijate în care poate fi antrenată chiar planeta noastră, așa încît aceste posibilități, deocamdată pur teoretice, vor trebui analizate temeinic de viitoare generații. În acest sens se apreciază că, după ce planetele Saturn și Uranus vor fi „prelucrate” în sensul că inelele lor vor fi făcute locuibile, lucrări de investiții similare vor fi demarate și pentru planeta noastră. Materialul va fi luat din Lună : cu ajutorul energiei termonucleare, Luna va fi parțial demolată, iar materialul rezultat va fi adus în jurul Terrei, sub forma unui inel artificial ! Convenabil organizat pentru a produce mai multă lumină în anumite perioade ale anului pe Pământ, acest inel artificial va fi o adevărată comoară pentru centralele energetice în care are loc conversia energiei solare în energie electrică și pentru bazele de plecare a navelor spațiale spre alte planete !...

Luna, astrul apropiat care a inspirat pe poeți și pentru care s-au făcut imense eforturi financiare și de inteligență creatoare spre a fi mai bine cunoscut, astrul spre care și-au îndreptat gândurile toți cei care vedeau instalat aici un laborator internațional și mai recent sursa de materii prime pentru construirea viitoarelor colonii spațiale, va avea oare soarta de a deveni o acumulare de bolovani într-un inel planetar artificial ?

Care este opinia astronomilor ?

Nu ar fi bine să-i întrebăm direct, deoarece primul lucru care l-ar afirma ar fi că s-ar putea astfel deteriora echilibrul dinamic astral cu tot cortegiul de necazuri ce ar rezulta pentru planeta Pământ ; totuși, oamenii de știință asigură că mișcarea Lunii se încetinește, astfel încît peste cîteva zeci de mii de ani

va ajunge în apropierea Terrei și poate se va fragmenta treptat, ca un proces natural. Dacă lucrurile stau așa, iar cerințele progresului o cer, de ce umanitatea nu ar lua-o înaintea procesului natural prea lent ?

#### ORIGINALA IPOTEZĂ A LUI FREEMAN DYSON

Astronomia, dispunînd de mijloace din cele mai perfecționate printre care marile telescoape, radiotelescoape și instrumente ambarcate la bordul stațiilor orbitale, a descoperit la marginile universului „vizibil” de pe Terra, la circa 12 miliarde de ani-lumină, acele obiecte astronomice de tipul stelelor pe care le-a denumit quasari. Obiecte cvasistelare cu diametrul unghiular, de regulă, inferior la o secundă de arc și care emiteau intens radiunde, quasarii au fost identificați pentru prima dată în 1963 de M. Schmidt. Natura fizică a quasarelor nu este încă lămurită, presupunîndu-se că deplasarea spre roșu observată în cazul lor ar fi de natură cosmologică, fiind datorată expansiunii Universului, quasarii înșiși fiind de natură extragalactică, asemănători radiogalaxiilor. Strălucirile quasarelor și mai ales energiile imense radiate de aceștia nu au putut fi explicate prin reacții termonucleare, iar deplasarea lor spre roșu poate fi explicată doar ca o deplasare gravitațională de tip Einstein ; proveniența quasarelor dintr-o explozie existentă cîndva în Galaxie implică existența unei energii mult mai mari decît aceea conținută în masa de repaus a Galaxiei, iar chiar deplasările spre roșu de tip Einstein nu pot atinge ordinul de mărime al valorilor sesizate la unii quasari.

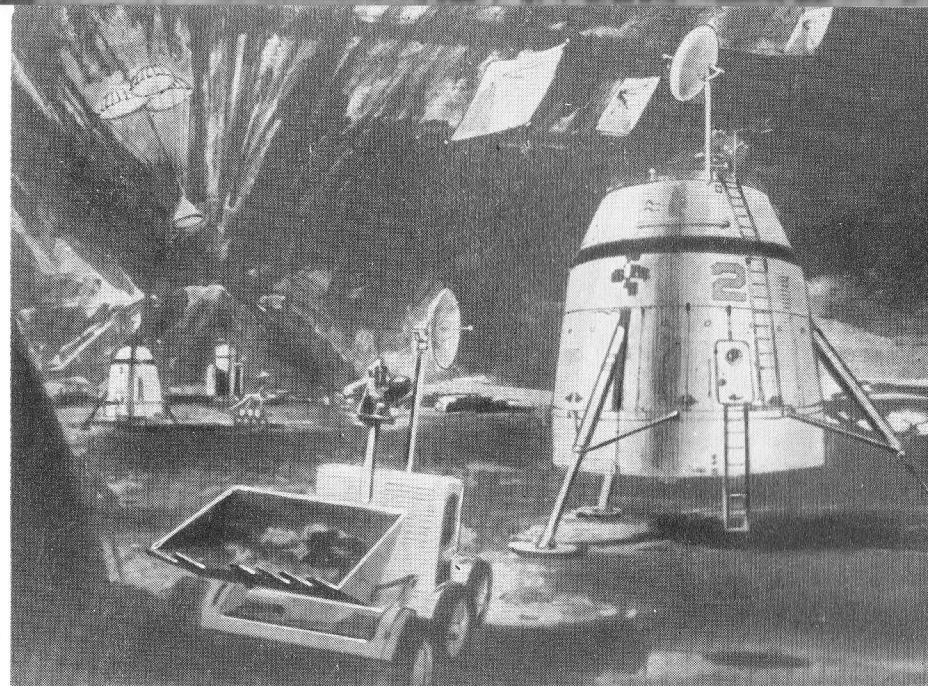
În anul 1967, A. Hewish și colaboratorii de la Cambridge au descoperit primul pulsar ; în prezent se cunosc peste o sută de asemenea obiecte astronomice emițătoare de radiunde sub formă de impulsuri periodice extrem de scurte și care reprezintă



conglomerate de neutroni care se rotesc foarte repede ; probabil de origine galactică, aceste stele neutronice produc nu numai fluxuri de neutroni, dar și radiații cosmice de mare energie, provenind fie ca stadiu final al unei supernove, fie prin evoluția de transfer de masă a stelelor duble strânse, emisia radio avînd loc numai în faza inițială a evoluției acestor pulsari...

Pentru mulți astronomi, cea mai interesantă descoperire a ultimelor decenii a constituit-o cea făcută de colaboratorii Laboratoarelor Bell, în anul 1965, cînd au înregistrat radiația cosmică de microunde, abia perceptibile, dar omniprezente în Univers și capabile să întrească cunoștințele noastre despre istoria acestuia.

O descoperire relativ recentă și mai surprinzătoare o constituie „găurile negre” (black-holes) sau colapsarii, corpuri cerești denumite astfel deoarece nu emit nici o radiație în exterior, din cauza cîmpului gravitațional propriu atît de intens încît acea particulă care ar încerca să părăsească aceste corpuri ar trebui să aibă viteze superioare vitezei luminii ! Acestea sînt pînă în prezent cele mai interesante obiecte astronomice sesizate, care se manifestă în exterior doar prin cîmp gravitațional, cîmp electrostatic și moment unghiular, constituind aproape sigur o stare finală a unor stele masive care și-au epuizat sursele de energie termonucleară. Ipoteze dintre cele mai recente arată că în apropierea unei asemenea găuri negre orice particulă incidentă se scindează în alte două particule, una absorbită pur și simplu de gaura neagră, iar alta părăsind-o cu o energie mărită (extrasă din rotația acesteia) ; în acest fel s-ar putea explica energia emisă de unele corpuri cerești, cum sînt quasarii, precum și emisia de radiații X. Există ipoteza că Soarele nostru, despre care astronomii americani William Herbert și George E. Assonsa afirmă că ar fi la a doua sa existență astrală (!), ar fi fost cîndva o asemenea gaură neagră... Ipoteza acestor astronomi se sprijină pe observațiile făcute de ei în zona stelei Sirius, unde se află un uriaș inel gazos în expansiune. Acest inel, născut din explozia unei supernove în urmă cu 600 000 de ani, prezintă variații ale

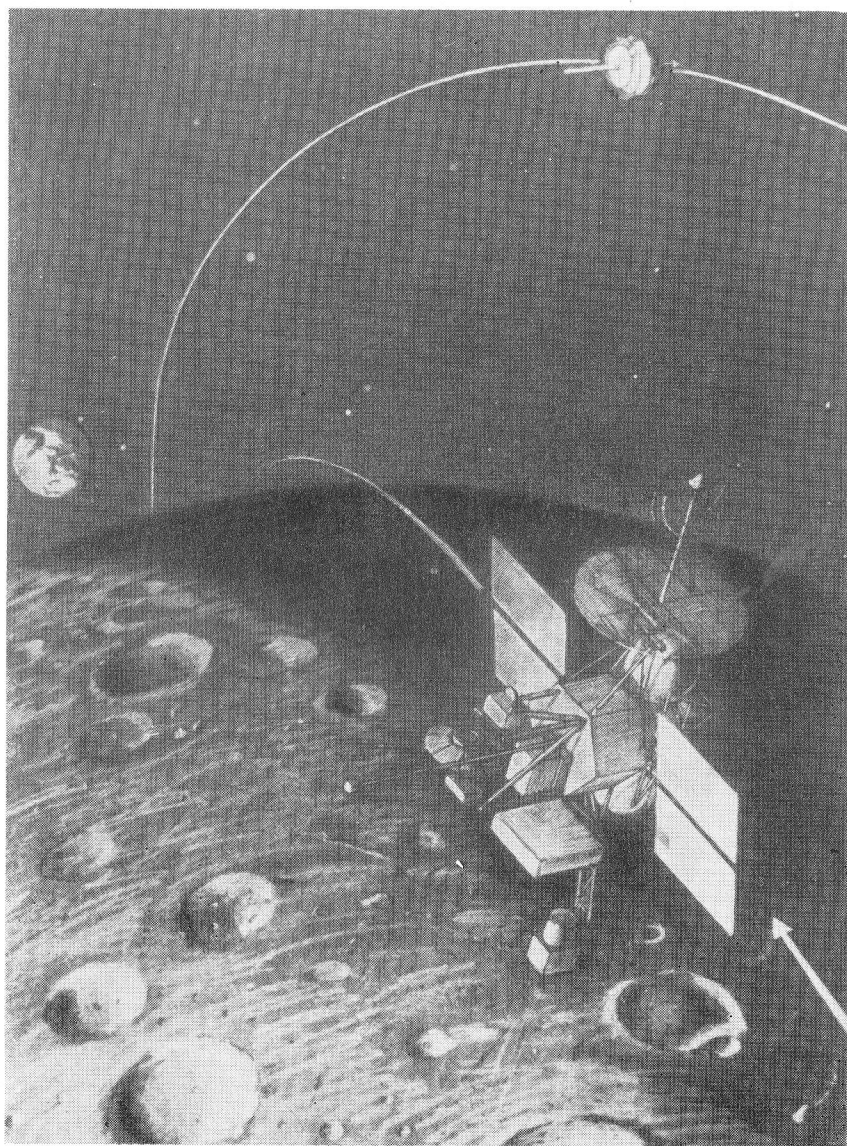


După 1995 se apreciază că pe Marte va putea fi instalată o bază permanentă de cercetări științifice.

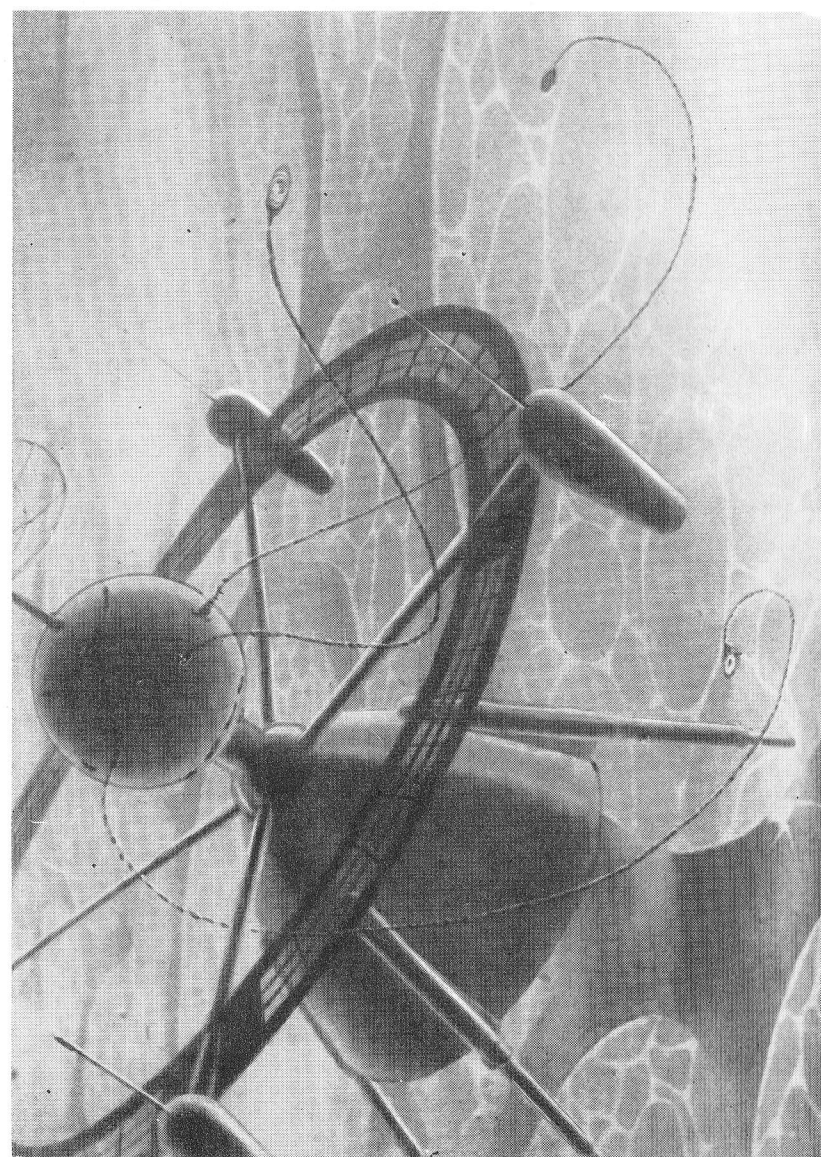
De la pupitrul de comandă amplasat pe un cosmodrom interplanetar, operatorul imaginat de A. Sokolov urmărește lansarea de rutină a unei nave automate către limitele sistemului solar.



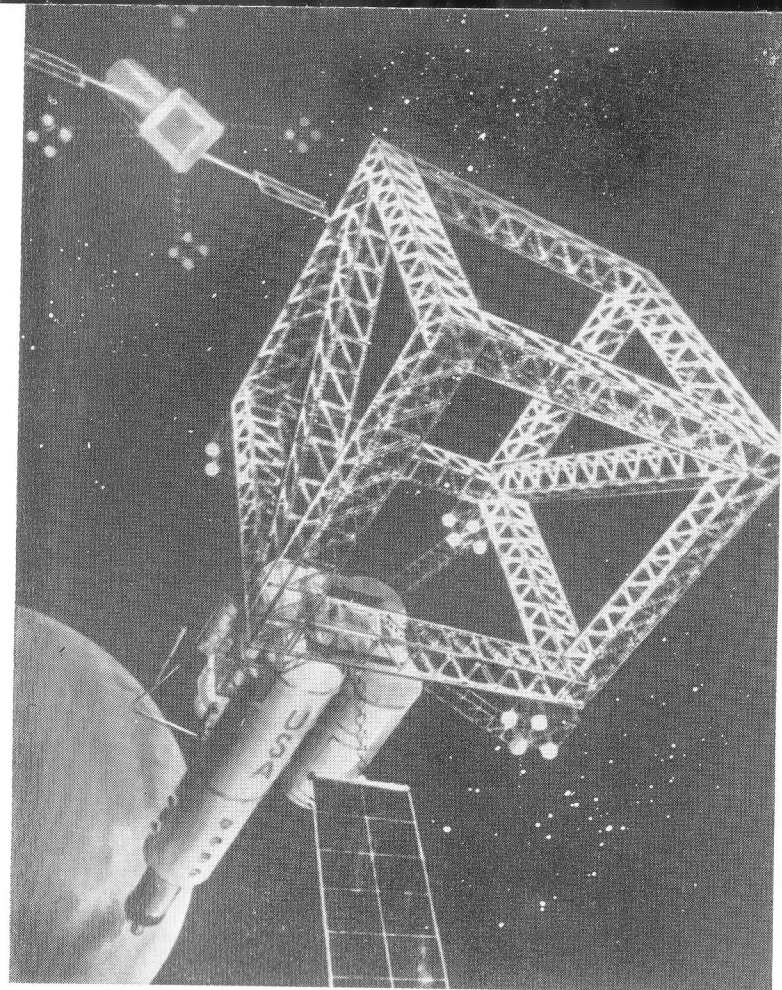




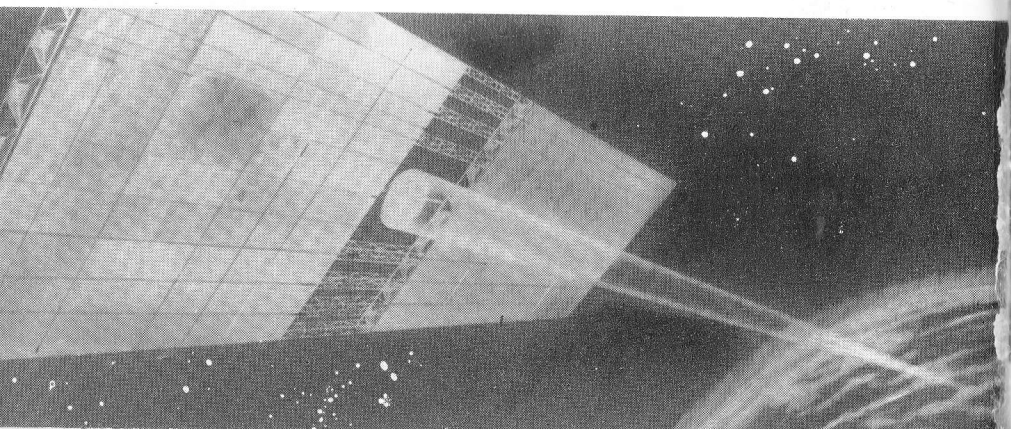
Completarea hărții și a globului selenar urmează a fi făcută cu ansamblul format dintr-un satelit de teledetecție evoluind pe orbită polară joasă și un satelit releu destinat transmiterii de date gravimetrice.



Specialistul sovietic Andrei Sokolov propune acest proiect de stație științifică destinată studierii planetei Venus.



Faze de construire a marilor sateliți cu rol de heliocentrală, transmițând energia la sol sub formă de microunde.



densității care — conform legii gravitației — pot conduce la concentrări de materie, deci la nașterea sistemelor solare. Observațiile specialiștilor sovietici au arătat, de asemenea, surprinzătorul fapt, că cel puțin o mie de galaxii s-au format din materie cosmică inițial pulverizată, prin condensarea acestora în „insule stelare”... Există deci premisele cele mai favorabile spre a afirma că actualul sistem planetar s-a format prin reorganizarea unei materii mai vechi, aflată în timpuri astronomice în compunerea altor corpuri cerești... În acest fel, ideea restructurării cât mai favorabile a sistemului solar despre care arătam în paragraful anterior nu mai pare atât de stranie !

Deci modelarea planetelor, prin reșezarea lor, înconjurarea cu inele artificiale și (de ce nu ?) chiar restructurarea formei acestora spre a primi o energie corespunzătoare din partea astrului central, constituie obiective ale etapei pregătitoare a evoluției spre o economie cosmică a sistemului planetar.

Și acum intervine ideea originală a fizicianului F. Dyson : ceea ce s-a aplicat bineînțeles, teoretic, planetelor, s-ar putea aplica (într-o etapă superioară) chiar... Soarelui ! Va fi înconjurat în întregime, la o distanță convenabilă din punct de vedere al radiațiilor, de o sferă materială, pe care ar putea trăi mult mai mulți cetățeni ai „supercivilizației” decât în sistemul planetar, chiar cu planete... restructurate !

Dyson a emis ipoteza aceasta în anul 1960, pornind de la ideea că în Univers ar putea exista asemenea civilizații de ordin superior, în jurul stelelor emițătoare în infraroșu, ai căror componenți au reușit să redistribuie materialul planetar pe sfera amintită, astfel încât energia termonucleară emisă sub formă de radiații de respectivul astru să fie integral utilizată de membrii... sferei !



ÎN LOC DE ÎNCHEIERE :

### PRELUDIU LA ÎNTÎLNIREA REPREZENTANȚILOR A DOUĂ CIVILIZAȚII...

*„În multe cazuri o idee nouă este infirmată  
încă de la primele câteva calcule ; trebuie  
înțeles însă că sînt și excepții...”*

G. K. O'Neill

Recurgînd la datele științei, îndeobște recunoscute astăzi, se apreciază că Universul așa cum îl cunoaștem în prezent, s-ar fi constituit acum 15—20 de miliarde de ani ; de atunci încolo este sigur că s-au aprins și s-au stins nenumărați sori, în jurul cărora s-au format (sau chiar continuă să se formeze și astăzi !) sisteme planetare... În Galaxie existau stele și în urmă cu zece miliarde de ani, pe cînd Soarele nostru se pare că a apărut relativ recent, cu „doar” cinci miliarde de ani în urmă, iar astronomii îi prezic încă pe atîția ani de existență !...

În ce privește limitele Universului, după datele pe care le deține astrofizica la ora actuală privind deplasarea spre roșu a galaxiilor, se pare că raza Universului ar atinge ordinul de mărime de  $10^{10}$  ani-lumină ! Dar iată că prin prisma perspectivelor deschise de fizica particulelor denumite *neutrino*, această valoare, impresionantă prin ea însăși, este cu mult sub valoarea reală ! Dealtfel, din cunoașterea poziției radiosursei quasistelare (quasar) 3C147, cea mai îndepărtată sursă cunoscută în prezent ( $5 \cdot 10^9$  ani-lumină), se părea că această valoare este insuficientă ; astfel că, din înregistrările fluxurilor de neutrini din Univers, pe care nu-i poate stăvili nici o barieră, limitele Metagalaxiei (parte a Universului care este cunoscută la un moment dat) ajung la formidabila depărtare de  $10^{30}$  ani-lumină !



În dorința de a cunoaște cât mai mult din obiectele astronomice îndepărtate, au fost lansați sateliți cu rol de observator astrofizic; astfel, satelitul artificial *Uhuru* (*Explorer-42*) a detectat relativ recent un număr foarte mare de surse stelare de radiații X, dintre care o bună parte sînt constelații binare, formate dintr-un astru vizibil, care gravitează în jurul altuia, de multe ori invizibil și care emit de cîteva mii de ori mai multă energie decît Soarele nostru! Mulți dintre componenții invizibili ai acestor sisteme binare par a fi *găuri negre*, care smulg mereu materie, prin procesul intens de acreție, de la astrele vizibile ce le însoțesc, procesele respective conducînd la o intensă emisie de radiații X.

Alte surse de radiații X sînt așa-numitele conglomerate sferice, grupări dense de stele care se pare că ar fi alcătuite din cîteva sute de mii de astre foarte „bătrîne”, care ar putea conține în zonele lor centrale stele neutronice sau *găuri negre*, dar ale căror deplasări gravitaționale probabil că se supun dinamicii interastrale proprii conglomeratului respectiv... Corpurile din zona centrală a conglomeratului absorb materia rezultată din descompunerea astrelor care ajung în imediata lor vecinătate (la scară astronomică vorbind), dar ar putea să acreționeze și materia sau pulberea antrenate de așa-numitul *vînt stelar* din interiorul conglomeratului.

Una dintre cele mai tulburătoare descoperiri făcute de satelitul artificial *Explorer-52* l-a constituit înregistrarea emisiunii în rafale de radiații X provenite din regiunea constelației Scorpionul: cu toate că lărgimea intervalului de emisie apreciată în ansamblu a variat considerabil, cantitatea de radiații X înregistrate a rămas continuu constantă pe unitatea de timp; unii specialiști au apreciat că mecanismul de producere a acestei emisii ar fi pe principiul oscilatorului de relaxare (asemănător funcțional cu gheizerele!), dar de ce nu ne-am imagina și o analogie tulburătoare cu acele decompresii periodice proprii interiorului unei sfere Dyson locuite de o supercivilizație!...

Astrofizica, una dintre principalele beneficiare ale mijloacelor moderne ale astronauticii aplicate, a reușit obținerea unei spectrograme de galaxie care se îndepărtează de sistemul solar cu o viteză ce reprezintă 45% din viteza luminii! Această galaxie se află deja la peste 8 miliarde de ani-lumină de noi, depărtare încă în curs de verificare, dar care ar constitui recordul, depășind valoarea anterior menționată, pentru 3C147!... Desigur, viteza luminii constituie o viteză-limită pentru formele cunoscute de organizare a materiei; totuși s-ar putea ca această limită să fie cîndva reconsiderată, mai ales că deja fizicienii apreciază că ipoteticele particule elementare numite tahioni ar putea, teoretic, să se deplaseze cu viteze supra-luminice!...

Deși a fost înregistrat pe imagine ansamblul unui astru care prezintă macroformații atmosferice (folosindu-se metoda fotografierii prin sintetizarea cu computerul a imaginii inițial descompuse optic), totuși „ultimul strigăt” în tehnica radiotelescoapelor nu a fost atins; un pas spre acest țel se pare că va fi făcut prin radiotelescopul cu 27 de antene, fiecare cu diametrul de 25 m și avînd o suprafață de captare totală de peste 20 km<sup>2</sup>! Se speră că, folosind acest instrument, vor putea fi înregistrate semnale provenite din profunzimile Cosmosului, obținîndu-se imagini-radio ale unui mare număr de radiosurse stelare, printre care și ale celor care se presupune că ar putea „adăposti” alte lumi locuite...

Deși părerile specialiștilor sînt destul de controversate (Sagan: „pot exista un milion de civilizații în Galaxie!”; Sklovski: „nu este deloc exclus să fim singuri!”), cel mai probabil ar fi că în galaxia noastră ar fi cîteva sute de societăți capabile să cunoască și să utilizeze în mod conștient legile naturii... Și cînd ne gîndim că în Universul cunoscut se pare că există miliarde de galaxii, pentru care estimarea de mai sus ar putea fi valabilă...

Cum Soarele este o stea destul de periferică în Galaxie, fiind situată într-unul din brațele spirale care se apreciază că ar fi

formații relativ recente, poate cu miliarde de ani mai tinere decât zonele centrale și admitînd, ca specialistul român Dan Farcaș, că decalajul dintre civilizațiile „tinere” și cele „bătrîne” poate astfel ajunge la milioane de ani, ne imaginăm cu ușurință că șansele de a întîlni o civilizație cu mult mai avansată este foarte mare, pe cînd șansa de a ne întîlni cu una similară nouă pare a fi de ordinul unu la un milion !...

Deși întrebarea de ce asemenea civilizații, care probabil ne-au depășit de mult și poate chiar ne urmăresc cu curiozitate evoluția, nu au manifestat, cel puțin observabil, nici o dorință de a ne întîlni, omenirea nu a renunțat nici un moment la a face ea primul pas. Astfel, încă din anul 1960, la propunerea astronomului Francis Drake a fost inițiat programul OZMA, destinat înregistrării semnalelor provenite din zonele stelelor Epsilon Eridani și Tau Ceti, situate la depărtări de ordinul 11 și respectiv 12 ani-lumină de Soare. Observațiile, efectuate cu marele telescop de la Green Bank (Virginia, S.U.A.), pe lungimea de undă a hidrogenului interstelar, considerată ca cea mai probabilă pentru o emisie radio provenită de la altă civilizație cu poziție analogă nouă, nu au condus la nici un rezultat...

Sprijinitorii teoriilor supercivilizațiilor nu au renunțat însă la proiectele lor, iar din 1989 s-a propus demararea unui proiect similar, dar de proporții mai ample, denumit CYCLOP ; el va consta din construirea unei rețele de cca 1000 de radiotelescoape, ale căror observații, sincronizate de computere, vor „smulge”, probabil semnalele așteptate din profunzimile Cosmosului. Se presupune că ar fi mai convenabil ca direct în Cosmos să fie amplasat un radiotelescop cu diametrul de... 3000 metri, sau — de pildă — pe Lună un asemenea radiotelescop ar fi eficient pentru explorarea sectorului de cer cuprins între 12 și 45 de grade latitudine nordică, unde se apreciază că ar fi șansele maxime de detectare a unor semnale ale altei lumi civilizate.

Deși limitele tehnologice actuale reduc depărtarea explorabilă eficient pentru detectarea altei lumi, la numai 250 de ani-lumină (este de presupus că această limită va fi mereu amplifi-

cată), totuși au apărut deja încercări de a elabora chiar limbaje pentru a ne face înțeleși de aceste lumi, bineînțeles admitînd *apriori* că nu ar exista decalaje prea mari. Tot în anul 1960, psihologul H. Freudenthal de la Universitatea din Utrecht a elaborat un fel de limbaj cosmic, denumit LINCOS, destinat transmiterii de mesaje altor lumi.

Să nu uităm însă că pentru a ne face simțită prezența în Galaxie, ar trebui pentru cîteva semnale să folosim toată energia de care dispune globul terestru (care ar putea asigura o putere de  $10^7$  GW), concentrînd-o într-o formidabilă sursă de semnale radio, adresate altor lumi ! Chiar și sateliților le-au fost încredințate sarcini de a explora anumite zone ale Universului (cazul satelitului *Copernicus*), dar amatorii de răbdare și înregistrări probabile de la alte civilizații nu sînt deloc impresionați de potențialele depărtări de ordinul sutelor sau chiar al milioanele de ani-lumină la care s-ar putea afla acele lumi cu care am fi în stare (tehnic vorbind) să intrăm în conversație...

Problema descifrării și a înțelegerii unor semnale de proveniență galactică apare ca extrem de interesantă ; unele aspecte au fost abordate de Lancelor Harrisman, care a admis prin ipoteză că la baza acestei probleme ar trebui să stea ceea ce concepem noi astăzi prin noțiunea de telecomunicații interstelare. El a emis părerea că ar trebui să existe mijloacele pentru a reda un semnal care să poarte o informație simplă, ușor de înțeles de orice fel de civilizație evoluată, ajunsă la nivelul de a capta respectivele semnale. De exemplu, în sistemul binar se poate emite continuu astfel : 000001, 000010, 000101, 000111, 001011, 001001, 100001, 111011 și 000000, ceea ce reprezintă primele numere prime (2, 3, 5, 7, 11, 13 și 17), precum și suma lor și cifra zero (aceasta din urmă reprezentînd întoarcerea semnalelor). Acest ansamblu de date nu necesită decît 60 de elemente pentru a fi transmis și poate fi repetat la infinit, folosind în acest scop următoarea tehnică de emisie : un impuls pentru cifra unu și o pauză pentru cifra zero. Chiar dacă aceste semnale, străbătînd miliarde de miliarde de kilometri, ar suferi distorsiuni-

nile inerente datorită influențelor cîmpurilor traversate, o simplă fracțiune din respectivele semnale poate fi suficientă să asigure reconstituirea întregii emisii, consecutivitatea numerelor prime fiind imediat evidentă...

Acum apare evidentă întrebarea : sîntem (sau cînd vom fi ?) în măsură să putem descifra eventualele mesaje emise cîndva de o altă civilizație și ajunse în această regiune marginală a Galaxiei, după parcurgerea unui impresionant număr de ani-lumină ? Să nu uităm că aceste semnale ar fi putut avea — după un drum atît de lung — astfel de distorsiuni, încît tehnologia actuală de „spălare“ să nu fie deloc eficientă.

Răspunsul este în general pozitiv, de la majoritatea specialiștilor chestionați, dar pentru viitor problema apare ca solubilă deoarece se va renunța probabil la folosirea undelor electromagnetice ca singur suport al transmisiilor, apelîndu-se, poate, la utilizarea gravitonilor sau a neutrinilor...

## ANEXE

### ANEXA 1 : CRONOLOGIA CONGRESELOR INTERNAȚIONALE DE ASTRO- NAUTICĂ

### ANEXA 2 : GLOSAR DE TERMENI SPE- CIFICI

### ANEXA 3 : BIBLIOGRAFIE



# ANEXA 1

## CRONOLOGIA CONGRESELOR INTERNAȚIONALE DE ASTRONAUTICĂ

Nr. congr.	Data Localitatea (țara)	Președinte Țara	Aspecte remarcabile
0	1	2	3
I	30.09—03.10.1950 Paris (Franța)		Organizatorul congresului, A. Ananoff, președintele Asociației de rachete din Franța; inițiativa a aparținut asociațiilor astronautice din Argentina, Danemarca, R.F. Germania, Franța, M. Britanie, Austria, Suedia și Spania. Discursul de deschidere a fost ținut la Sorbona de prof. H. Mineur, directorul Institutului de astrofizică, iar Ananoff a definit scopurile congresului și ale viitoarei organizații internaționale, propusă a fi aleasă la următorul congres. Tema congresului: „Astronautica rămâne incontestabil o sarcină internațională“.

0	1	2	3
II	03.09—07.09 1951 Londra (M. Britanie)	E. Sängér (R.F.Germania)	La 4 sept., în sala Kent Room, Caxton Hall (Westminster) delegații a 11 societăți astronautice din Argentina, M. Britanie, Austria, Danemarca, Elveția, Franța, R.F. Germania, Italia, Spania, S.U.A. și Suedia au votat înființarea Federației internaționale de astronautică, având ca secretar perpetuu pe ing. elvețian J. Stemmer (n. 1914), promotor al tehnicii rachetelor cu propergoli lichizi.
III	01.09—04.09.1952 Stuttgart (R.F.G.)	E. Sängér (R.F. Germania)	Federația internațională de astronautică include acum 16 asociații din 12 țări de pe 3 continente. W. von Braun recent distins de „Gesellschaft für Weltraumforschung“ (R.F.G.) cu medalia „Hermann Oberth“ a primit medalia prin intermediul lui F. C. Durant, președinte al Americii Rocket Society, el însuși participant la Congres.
IV	03.08—08.08.1953 Zürich (Elveția)	F.C. Durant (S.U.A.)	Participă 600 delegați din 17 asociații astronautice; este omagiat post-mortem G. Loeser, președintele asociației spațiale din R.F. Germania, decedat într-un accident de avion. Tema congresului: „Libertatea anticipației în astronautică“.

0	1	2	3
V	1.09—05.09.1954 Innsbruck (Austria)	F.C. Durant (S.U.A.)	Sînt primite în Federație asociațiile astronautice din Africa de Sud, Brazilia, Egipt, Japonia, Olanda, Iugoslavia și Norvegia. Este omagiat ca fondator al Federației savantul A. Ananoff, referatul fiind ținut de A. G. Haley, președintele societății americane de rachete.
VI	01.08—06.08.1955 Copenhaga (Danemarca)	F.C. Durant (S.U.A.)	Federația grupează 19 asociații astronautice (nou admisă societatea din Chile) din 18 țări, însumînd 9 000 membri. Au participat observatori din Belgia și U.R.S.S.; în Mexic și Peru s-au înființat asociații astronautice. Este salută inițiativa lansării unui satelit artificial cu ocazia Anului Geofizic Internațional. Este propus și aprobat programul oficial al Federației internaționale de astronautică și organul său de publicare a referatelor științifice „Astronautica Acta”. Sînt prezentate referate privind rezultate asupra funcționării unor motoare și rachete cu mai multe etaje reactive („Veronique”, „Hermes” — C. Falcon, Corporal, Nike, Viking, Atlas etc.).

0	1	2	3
VII	17.09—22.09.1956 Roma (Italia)	R.L. Shepherd (M. Britanie)	Peste 400 participanți audiază aproape 200 referate organizate pe 7 secțiuni: structuri/construcții de aparate spațiale, zboruri cosmice, imponderabilitate, radiații, drept spațial, motoare.
VIII	06.10—12.10.1957 Barcelona (Spania)	A. G. Haley (S.U.A.)	Peste 300 de participanți au audiat referate despre: propulsie, mecanica zborurilor spațiale, radiații cosmice, sateliți artificiali, drept cosmic etc. Este omagiată lansarea primului satelit artificial al Pămîntului, „Sputnik“-1, de către specialiștii sovietici.
IX	25.08—30.08.1958 Amsterdam (Olanda)	A. G. Haley (S.U.A.)	Pentru prima dată sînt secțiuni de bioastronautică și colocviul 1 de drept spațial. 500 de participanți au audiat referatele organizate pe 7 secțiuni de lucru.
X	30.08—05.09.1959 Londra (M. Britanie)	L.I. Sedov (U.R.S.S.)	Aproximativ 500 de participanți au audiat peste 200 de comunicări și referate privind: atmosfera înaltă, construcții și structuri aerospațiale, astrofizică, propulsie, biomedicină spațială.
XI	15.8—20.8.1960 Stockholm (Suedia)	L.I. Sedov (U.R.S.S.)	Comunicările s-au ținut pe 12 secțiuni; primele referate despre alunizarea omului, dirijarea și controlul

0	1	2	3
			zborurilor cosmice, spațiul periplanetar, economie spațială. A fost înființată Academia internațională de astronautică (președinte Th. von Karman).
XII	02.9—07.09.1961 Washington (S.U.A.)	J.C. Pérès (Franța)	Prin admiterea societăților de astronautică din Mexic, Cipru și România, Federația internațională de astronautică numără 36 de asociații spațiale din 34 țări.
XIII	23.9—29.9.1962 Varna (R.P.B.)	L.R. Shepherd (M. Britanie)	Peste 300 de specialiști din 29 țări (30 de participanți din România) au audiat peste 100 de comunicări organizate pe 8 secțiuni de lucru; participant, cosmonautul G. S. Titov.
XIV	25.9—01.10.1963 Paris (Franța)	E.A. Brun (Franța)	Comunicările, prezentate în 12 secțiuni de lucru, au tratat despre: propulsie, mecanică astrală, dirijare și control, sateliți de telecomunicații și meteorologici, fizică spațială și planetară, biotehnologie etc.
XV	07.9—14.9.1964 Varșovia (R.P. Polonă)	E.A. Brun (Franța)	F.I.A. include acum 41 de asociații, care au trimis la congres circa 600 delegați ce au audiat 200 de comunicări, din care 14 ale delegației R. S. România; primul simpozion „Laboratorul internațional lunar” și primul colocviu de educație prin intermediul spațiului.

0	1	2	3
XVI	13.9—18.9.1965 Atena (Grecia)	W.H. Pickering (S.U.A.)	1000 de participanți din 50 de societăți spațiale au audiat 190 referate în cadrul a 15 secțiuni de lucru, printre care: proiectare, nave spațiale, astrodinamică, bioastronautică, propulsie etc. W. von Braun a prezentat programul „Apollo”; primul simpozion de „Salvare în Cosmos”. Au participat cosmonauții P. Beleaev și A. Leonov și astronauții Ch. Conrad și G. Cooper.
XVII	10.10—16.10.1966 Madrid (Spania)	W.H. Pickering (S.U.A.)	Aproape 1000 de participanți au audiat peste 300 de comunicări organizate pe 8 secțiuni (proiectarea aparatelor spațiale, aplicațiile sateliților, reintrare, bioastronautică, propulsie etc.) și 4 simpozioane (educație, laborator lunar, drept spațial, stadiul motoarelor rachetă nucleare).
XVIII	24.09—30.09.1967 Belgrad (R.S.F. Iugoslavia)	L. Napolitano (Italia)	Peste 900 specialiști din 30 de țări au audiat în 8 secțiuni de lucru peste 250 referate; primul simpozion de istoria astronauticii și primul colocviu „Laboratorul orbital”. Data de 4 oct. a fost unanim aleasă ca prima zi a „Erei cosmice”. Delegația română a fost condusă de acad. E. Carafoli.



0	1	2	3
XIX	13.10—19.10.1968 New York (S.U.A.)	L. Napolitano (Italia)	Participanți din 21 de țări au putut audia peste 300 de referate organizate pe 6 secțiuni de lucru: propulsie, astrodinamică, dirijare, re-intrare, aplicații ale sateliților, bioastronautică și în 6 simpozioane și colocvii (nou: organizarea activităților spațiale). Acad. E. Carafoli (România) este ales președinte al Federației Internaționale de Astronautică.
XX	06.10—10.10.1969 Mar-del-Plata (Argentina)	E. Carafoli (România)	F.I.A. numără 57 de societăți afiliate din 36 de țări; prezenți, 320 congresiști din 24 de țări care au audiat peste 200 referate în secțiunile: fizica atmosferei, propulsie, biologie, astrodinamică, re-intrare etc. G. Mueller (NASA) a prezentat rezultatele misiunii Apollo-11 și programul preliminar Skylab.
XXI	06.10—12.10.1970 Konstanze (R.F.G.)	E. Carafoli (România)	Cele 57 asociații spațiale componente ale F.I.A. includ 65 000 membri din 36 de țări; la congres au participat peste 600 persoane înscrise care, în sălile hotelului Insel și ale Palatului administrativ, au luat cunoștință de propunerea sovietică de salvare a cosmonauților aflați în pe-

0	1	2	3
			ricol prin „patrula spațială” și de prima prezentare a navei spațiale americane recuperabile. Au participat cosmonauții B. Egorov, A. Nikolaev, V. Sevastianov și astronauții J. Lovell, F. Haise, J. Swigert. Au fost prezentate programele <i>Helios</i> și <i>Symphonie</i> .
XXII	20.09—25.09.1971 Bruxelles (Belgia)	A. Jaumotte (Belgia)	Peste 500 audienți au fost informați despre programul <i>Skylab</i> , rezultatele zborurilor <i>Apollo-14</i> și <i>Lunohod/Luna</i> , precum și programele ERTS, GEOS, AEROS, ISIS etc.
XXIII	08.10—15.10.1972 Viena (Austria)	A. Jaumotte (Belgia)	Tema congresului: „Spațiul pentru dezvoltarea umanității”; aproape 1000 de participanți în sălile palatului congreselor; 14 sesiuni (propulsie, transport spațial, proiectarea vehiculelor cosmice, mecanica fluidelor, astrodinamică, materiale, bioastronautică, securitatea lansărilor de rachete de tineri, resurse terestre, meteorologie etc.), 7 simpozioane și colocvii, dintre care nou: „Sisteme de propulsie și de furnizare energetică nucleară pe orbită”. Prezenți: cosmonautul A. Filipcenko (despre <i>Soiuz</i> ) și savantul W. von Braun (despre sateliții des-

0	1	2	3
			tinați descoperirii resurse- lor terestre). A fost prezen- tat programul comun So- iuz — Apollo.
XXIV 07.10—14.10.1973 Baku (U.R.S.S.)	L. Napolitano (Italia)		Tema congresului : „Activi- tățile spațiale : impactul asupra științei și tehnolo- giilor“. Aproximativ 1500 participanți, printre care cosmonauții V. Satalov, G. Beregovoi, B. Egorov, V. Sevastianov și astronau- tul Th. Stafford, specialiș- tii W. Pickering, C.S. Dra- per, J. Deniss, V. Kel- diș ș.a. S-au putut audia 352 referate în peste 10 se- siuni și 11 colocvii și sim- pozioane, printre care noi : „Efectele cosmice actuale“ și „Laboratorul internațio- nal marțian“. Un mare nu- măr de referate au vizat construcția structurii și a motoarelor navei spa- țiale.
XXV 30.09.—05.10.1974 Amsterdam (Olanda)	L. Napolitano (Italia)		Tema congresului : „Sta- țiunile spațiale, prezent și viitor“ ; au participat circa 1000 delegați. A fost inau- gurat sistemul de lucru pe colective, primul colectiv elaborind referatul-sinteză „Sisteme terestre pentru re- cepționarea, analiza și di- seminarea datelor de la sa- teliți privind resursele te- restre“, document de lucru al Congresului. Peste 300

0	1	2	3
			referate, prezentate în 10 secțiuni.
XXVI 21.09—27.09.1975 Lisabona (Portugalia)	L. Jaffe (S.U.A.)		Tema congresului : „Spațiul și energia pentru umani- tate“ ; prezenți peste 400 de participanți din cca 40 de țări. Au fost subliniate aportul astronauticii și energeticii nucleare pentru construirea stațiunilor știin- țifice orbitale.
XXVII 10.10—16.10.1976 Anaheim (Los Angeles, S.U.A.)	L. Jaffe (S.U.A.)		Tema congresului : „O nouă eră în transportul spațial“ a fost bine reprezentată de comunicările prezentând na- veta spațială, precum și re- zultatele zborului comun Soiuz-Apollo. Peste 260 de comunicări prezentate în 23 de sesiuni și simpozioane au fost susținute în fața a peste 800 de partici- panți din 30 de țări, repre- zentând marea majoritate a celor 58 de societăți mem- bre (din 37 state). Au fost prezenți cosmonauții : A. Leonov, V. Kubasov, V. Se- vastianov și astronauții Th. Stafford, R. Schweic- kart. Au fost vizitate cen- trele de cercetări Pasadena (Jet Propulsion Lab.) și Palmdale (Rockwell), unde au fost prezentate naveta spațială și respectiv stația automată Viking lansată pe Marte.

0	1	2	3
XXVIII	25.09—01.10.1977 Praga (R.S. Cehoslovacă)	M. Barrère (Franța)	Tema congresului: „Omul în spațiu — astăzi și în viitor“ a fost reprezentată prin 410 referate și comunicări susținute în 15 secțiuni, 7 simpozioane, o conferință studențească și cel de-al 20-lea colocvii de drept cosmic, la care au putut participa aproape 800 de specialiști din 36 de țări, reprezentând peste 48 de organizații spațiale. Temele de bază ale congresului: comunicațiile spațiale, construcții industriale în cosmos, Pământul urmărit din spațiu etc., toate conturând scopurile astronauticii anului 2000. Prezenți cosmonauții: A. Leonov, V. Kuibașov, V. Aksionov. Delegația R.S. România a fost condusă de acad. E. Carafoli.
XXIX	01.10—08.10.1978 Dubrovnik (R.S.F. Iugoslavia)	M. Barrère (Franța)	Tema congresului: „Astronautica pentru pacea și progresul omenirii“; șase secțiuni; prezența a cinci cosmonauți, printre care primii est-europeni: Vl. Remek (R.S.C.) și M. Hermaszewski (R.P.P.); peste 700 participanți. Domenii de bază: sateliții în scopuri utile Terrei și continuarea explorării planetelor sistemului solar.

0	1	2	3
XXX	17.10.—22.10.1979 München, (R.F.G.)	Roy Gibson (M. Britanie)	Organizat de Soc. germană pentru aeronautică și astronautică, în sălile Muzeului german de știință și tehnică. Aproape 50 de secțiuni, cca 450 comunicări, o conferință de presă la care au participat cosmonauții A. Bean (S.U.A.), Gh. Beregovoi, A. Filipcenko, A. Ivancenkov, Vl. Kovalionok (U.R.S.S.) și S. Jahn (R.D.G.). Tema congresului: „Cercetarea spațială pentru viitorul umanității“.
XXXI	21.09—28.09.1980 Tokio (Japonia)	Roy Gibson (M. Britanie)	Organizat de șapte asociații aerospațiale japoneze, în frunte cu Societatea de aeronautică și științe spațiale.



## ANEXA 2

### GLOSAR DE TERMENI SPECIFICI

**aberație 1.** a luminii — modificare aparentă a razelor de lumină emise de un astru, datorită valorii finite a vitezei luminii și a mișcării relative a observatorului. Ca urmare, observatorul înregistrează că astrul observat efectuează o mișcare aparentă pe bolta cerească. 2. a. optică, fenomen prin care imaginea ce se formează într-un sistem optic nu este asemenea (nu corespunde biunivoc) obiectului care a format-o. Există aberații optice care sînt dependente de natura radiației luminoase, cum este cazul aberației cromatice, care apare datorită faptului că indicii de refracție al luminii ce străbate medii transparente proprii sistemului optic respectiv nu este același pentru diferite lungimi de undă; există și aberații geometrice, printre care aberația de sfericitate (provocată de sfericitatea formei componentelor sistemelor optice), astigmatismul care apare în cazul sistemelor optice prevăzute cu diafragme, coma sau aberația punctelor îndepărtate de axa optică, distorsiunea — care produce curbarea razelor de lumină datorită prezenței diaframelor.

**actinometru**, aparat sensibil în domeniul lungimilor de undă de ordinul micronilor, destinat, împreună cu radiometrul, la înregistrarea, de la bordul sateliților meteorologici și de teledetecție, a fluxurilor de radiații emise de Soare care ajung în spațiul periterestru, la diferite altitudini și în raport de condițiile de nebulozitate. Astfel, înregistrările de valori din banda spectrală de la 8 la 12  $\mu\text{m}$ , referitoare la prezența vaporilor de apă în atmosfera Pământului, permit stabilirea gradientilor de temperatură la nivelul scoarței terestre, rezultatele înregistrărilor și calculelor fiind folosite pentru *balanța radiației terestre* (v.)

**ajutaj reactiv**, canal de secțiune variabilă, formînd partea terminală a camerei de ardere a unui motor-rachetă (sau partea finală a unui motor

aeroreactiv de aviație), în care căldura gazelor arse comprimate este transformată în energie cinetică, fluidul respectiv fiind continuu accelerat. În cazul ajutărilor de tip Laval, fluidul ce-l traversează ajunge la viteza sunetului în zona cu suprafața transversală cea mai redusă (gîtuirea sau colul sonic), după care se accelerează la viteze supersonice avansate, deoarece *forța de tracțiune* (v.) a motorului este direct proporțională cu viteza de ieșire a gazelor fierbinți din motor (și cu debitul masic al acestora).

**an-lumină**, unitate de măsură nestandardizată pentru măsurarea distanțelor în astronomie: reprezintă distanța pe care ar parcurge-o o rază de lumină deplasîndu-se timp de un an cu o viteză continuu egală cu cea a luminii. Determinarea recentă, prin măsurători folosind laserul a frecvenței unei radiații a metanului și a lungimii de undă medii a aceleiași radiații, a permis obținerea pentru viteza luminii în vid a valorii 299 792 458 m/s, stabilită în anul 1973 cu ocazia adoptării noii definiții a metrului de către Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți.

**aparat spațial**, denumire generală dată vehiculelor spațiale automate sau pilotate, destinate cercetărilor și exploatării spațiului cosmic. *Sin. vehicul spațial, vehicul cosmic.* În categoria aparatelor spațiale sînt incluse: rachetele cosmice, rachetele geofizice, sateliții artificiali, sondele interplanetare, stațiile orbitale și interplanetare, navele cosmice, naveta spațială etc.

**astrodinamică**, ramură a astronomiei stelare care studiază mișcările stelelor. *Sin. dinamică stelară sau ~ a stelelor.* Cu legile astrodinamicii sînt studiate și evoluțiile sistemelor stelare sub influența forțelor care acționează asupra acestora.

**astronavigație**, comanda și controlul mișcării și dirijării aparatelor spațiale. *Sin. navigație spațială.* Există trei metode principale de astronavigație: astronomică, radio și inerțială, uneori făcîndu-se apel la combinații ale acestor tipuri de bază. Dacă se folosesc doar mijloacele de la bord, astronavigația se zice autonomă. În astronavigația astronomică, orientarea se efectuează folosind măsurarea unghiurilor formate de dreptele ipotetice vehicul — astru de referință. În astronavigația inerțială, poziția și direcția de mișcare a aparatului spațial respectiv sînt determinate cu ajutorul accelerațiilor măsurate după cele trei axe. În astronavigația radio (radionavigația) se determină poziția și direcția vehiculului spațial prin urmărirea mișcării acestuia cu ajutorul radioundelor. Combinații moderne sînt: navigația astroinerțială, radioinerțială etc.

**avion hipersonic**, aparat spațial capabil să evolueze în spațiul cosmic și în atmosferă, fiind dotat cu instalații corespunzătoare de propulsie și navigație. Sin. *avion aerospațial*, *avion aerocosmic*. A fost propus, sub forma avionului-rachetă, în 1924, de inginerul sovietic F. A. Tander; primele încercări în zbor ale avioanelor cu motor rachetă au avut loc în 1928 (Fritz Stamer) și 1930 (F. Opel). În 1944, E. Sănger și I. Bredt-Sănger au proiectat un avion-rachetă destinat bombardamentului supersonic stratosferic, devenit sursa de inspirație a celor care au proiectat, construit și experimentat primul avion hipersonic operațional X-15. Excelentă școală pentru viitorii astronauți americani, avionul hipersonic cu motor rachetă X-15 a depășit altitudinea de zbor de 100 km și o viteză de peste 7 ori viteza sunetului. Un proiect similar, dar perfecționat (X-20 „Dyna Soar”) a fost abandonat în faza de prototip. Problema realizării acestor hibridi între avion și rachetă a fost reluată cu succes în 1970, prin programul cosmic american „naveta spațială” (v.).

**balanța radiației terestre** reprezintă un raport dintre cantitatea de radiație solară care este absorbită de atmosfera și suprafața Terrei (uscat și apă), și dintre emisia termoradiativă terestră de mare lungime de undă. Acest raport, în medie echilibrat pentru durate mari (peste un an), suferă variații zilnice, sezoniere și regionale, datorită condițiilor de mediu, de latitudine, meteorologice, geofizice etc. Spre exemplu, în zona ecuatorului terestru, balanța radiației terestre este totdeauna supra-unitară, în timp ce pentru cazul latitudinilor ridicate ea este continuu subunitară.

**banc de probă**, stand de încercări experimentale, destinat verificării funcționale a atingerii parametrilor de proiectare a unor categorii de motoare, printre care și cele reactive; diferă, ca organizare și dotare, atât din punct de vedere al tipului de motor destinat a fi încercat, cât și ca proces tehnologic de încercare; spre exemplu, bancurile (standurile) destinate cercetărilor și omologării motoarelor diferă foarte mult de cele de tip uzinal, destinate pentru verificarea atingerii unor parametrii principali ai motorului, a căror atingere atestă ansamblul unei corecte funcționări a motorului.

**cabină spațială**, compartiment etanșeizat al unei nave cosmice pilotate, conținând principalele dispozitive de comandă și control ale respectivei nave, inclusiv cele de legături cu stațiile terestre; organizarea acesteia este astfel încât să mențină securitatea și starea fizică corespunzătoare pentru îndeplinirea programului spațial de către fiecare membru al echi-

pei de astronauți. În cabina spațială trebuie să existe sisteme de salvare a astronauților, de *orientare a astronauților în spațiu* (v.), de ieșire-întrare a astronauților pentru cazul misiunilor extravehiculare sau a părăsirii cabinei în timp scurt în caz de pericol, de remediere a unor avarii etc. În cazul stațiilor orbitale, cum ar fi *Skylab* sau *Saliut*, cabinele destinate echipajului posedă organizare ergonomică, conținând compartimente specializate pentru activitățile depuse de echipaj și pentru principalele sisteme aferente navei; compartimentele destinate pentru a fi readuse pe sol posedă, pe lângă aparatura corespunzătoare unor asemenea faze ale zborului, scuturi protectoare de tip ablativ capabile să ferească întreaga cabină, deci și echipajul, de pericolul încălzirii aerodinamice excesive, respectiv de topirea datorită temperaturilor foarte ridicate ce însoțesc apariția la viteze supersonice mari, a *undelor de șoc* (v.) ce se formează pe regiunile frontale ale oricărui corp ce intră în atmosfera densă, venind spre aterizare cu viteze cosmice. Cabinele cosmice conțin, de asemenea, sisteme de telecomunicații-radio, TV, de telemetrare, radar, sisteme de verificare și control a funcționării tuturor dispozitivelor, mijloacele de navigație (v. *astronavigație*), de orientare a navei etc. Pentru asigurarea existenței astronauților și a altor componente ai biocomplexului, cabina conține sisteme de menținere a microclimatului, de *regenerare a apei* (v.) etc., inclusiv sisteme de asigurare a amestecurilor respirabile formate din oxigen și azot, heliu și oxigen etc.

**cameră de ardere**, parte de bază din structura oricărui motor cu reacție, în care are loc arderea substanțelor din compunerea propergolilor; se continuă, de regulă, cu o conductă de secțiune variabilă denumită *ajutaj reactiv* (v.), destinat transformării presiunii ridicate a gazelor de combustie în viteză (respectiv energie cinetică) a jetului de reacție. În raport de natura motorului-rachetă chimic, camera de ardere poate adăposti propergolii solizi, sau în ea poate fi trimis, sub presiune, fiecare din componentii propergolilor lichizi (carburantul și comburantul). De valoarea presiunii în camera de ardere depind parametrii principali ai motorului; în cazul motoarelor de pe aparatul orbital al navei spațiale se ating valori de circa 240 atmosfere. Organizarea răcirii camerelor de ardere este foarte importantă; uneori se folosește chiar unul din componentii *criogenici* (v.) ai propergolului utilizat.

**celulă solară**, componentă a bateriei solare care reprezintă una din cele mai răspândite surse de energie electrică la bordul navelor cosmice, a sateliților artificiali etc. Capabilă, prin organizarea sa, să asigure conversia radiației solare în energie electrică, celula solară actualmente utilizată în astronautică poate asigura dezvoltarea a circa 0,1 kW pentru

fiecare metru pătrat de suprafață ocupată de celule solare, la un randament încă redus (circa 10%) ; pentru realizarea unui panou cu baterii solare, în afară de celule solare, cu care este placat respectivul panou, mai sînt necesare conectoare, plăci din dielectric, înveliș filtrant, inserții, pivoți de oscilație pentru orientarea spre Soare, precum și o structură de tip fagure, specifică acestor sisteme electrice de la bordul vehiculelor spațiale. Durata lor de funcționare este limitată la maximum 2 ani, din cauza eroziunii provocate de factorii specifici mediului din Cosmos.

**centură de radiații**, zonă a spațiului din imediata apropiere a Pămîntului, care-l înconjoară asemeni unui gigantic brîu, cuprinzînd particule electrizate, reținute de cîmpul geomagnetic ; de fapt, sînt două centuri de radiații în jurul Terrei, descoperite de echipa de specialiști condusă de James Van Allen, cu ajutorul aparaturii montate pe sateliții *Explorer-1* și *Explorer-4* (1958). În centura interioară există protoni cu energii mari (10—200 MeV), ea întinzîndu-se la distanțe cuprinse între 1000 și 6000 km depărtare de Pămînt, iar între 15 000 și 25 000 km există centura externă, unde predomină electronii cu energii ridicate (1—200 keV). În regiunile din zonele de deasupra polilor, centura internă are limita inferioară mai ridicată decît în dreptul ecuatorului. Datorită valorilor mari energetice, centurile acestea sînt nocive pentru astronauți ; în 1963 a fost descoperită cea de-a 3-a centură, plasată la peste 10 raze terestre, dar mai slabă.

**cîmp magnetic interplanetar**, cîmp magnetic descoperit în spațiul interplanetar cu ajutorul aparaturii specializate montate pe sateliții artificiali și pe stațiile interplanetare automate ; confirmarea experimentală s-a obținut și prin înregistrările variațiilor intensității radiațiilor cosmice. Datorită radiațiilor cuprinse în structura *vîntului solar* (v.) se ating uneori creșteri ale intensității cîmpului magnetic interplanetar chiar de trei ori față de valorile medii, respectiv chiar  $5 \cdot 10^{-4}$  oersted. Interacționările radiațiilor cosmice și galactice cu *magnetosfera* terestră (v.) sînt influențate de cîmpul magnetic interplanetar.

**colaps gravitațional**, contracție cu evoluție foarte rapidă a materiei unei stele, datorită unor creșteri formidabile a valorii forțelor gravitaționale, însoțită de eliberarea unor cantități impresionante de energie și putînd conduce la formarea unei stele neutronice, la care colapsul gravitațional este oprit datorită presiunilor gazului neutronic degenerat. În cazul stelelor foarte masive (de circa trei ori masa Soarelui), colapsul gravitațional nu poate fi oprit, el conducînd la formarea unei singularități în sistemul

spațiu-timp, cu raza tinzînd către zero, iar densitatea tinzînd către infinit, care poartă denumirea de colapsar sau „*gaură neagră*“ (v.).

**colonie cosmică**, denumire încetățenită pentru viitoarele construcții spațiale gigantice, care se presupune că vor deveni realizabile la sfîrșitul mileniului al 2-lea. Proiectele unor asemenea colonii, prezentate cu ocazia unor manifestări științifice internaționale (congrese ale FIA, ale COSPAR etc), vor debuta cu sisteme mici, pentru 30—100 persoane (propunerea specialistului american Krafft Ehrlicke) ; apoi, după 1990, coloniile spațiale vor găzdui industrii poluante de pe Pămînt (propunere G.H. Stines) ; vor urma miniorașele cosmice de formă cilindrică (lungime 1 km) pentru circa 10 000 de locuitori (proiect G. O'Neill) și apoi din ce în ce mai mari, prevăzute cu atmosferă regenerabilă, lumină solară organizată prin succesiunea zi-noapte realizată pe cale artificială. Se apreciază că efortul cerut de construirea acestor colonii spațiale va fi rambursat integral, cu o valoare mult mai mare, umanității, care va dispune datorită lor de baza necesară umanizării Cosmosului.

**coridor aerodinamic**, domeniu al spațiului, plasat parțial în spațiul cosmic, parțial în atmosfera înaltă a unei planete posedînd atmosferă, care include traiectoria ideală pe care trebuie să o urmeze un vehicul cosmic care aterizează, spre a se menține în condiții de securitate generală a zborului. În partea sa superioară, acest „coridor“ este limitat de altitudinile maxime la care, pe corpul vehiculului spațial, cu reîntare de regulă balistică, mai pot să se formeze forțe aerodinamice, în special o portanță capabilă să echilibreze forțele de greutate ; la partea sa inferioară, coridorul este limitat de valoarea eficace a protecției termice a vehiculului, adică de temperatura ce apare datorită încălzirii aerodinamice la respectivele înălțimi joase de evoluție. Coridorul aerodinamic a fost calculat și folosit de vehiculele orbitale și lunare ; există calcule pentru Marte și Venus.

**coronograf**, instrument astronomic cu care poate fi observată coroana solară, în afara eclipselor totale de Soare, sistemul optic al aparatului lă-sînd să treacă doar lumina slabă a coroanei și oprind puternica radiație luminoasă a fotosferei ; colectată de o lentilă de cîmp, lumina coroanei poate fi înregistrată pe peliculă sau trimisă — pentru a fi analizată — la un spectograf. De regulă, ansamblul coronograf-spectrograf este instalat într-o regiune nepoluată, în altitudine, unde există o transparență cît mai bună ; cu ajutorul mijloacelor astronautice, aceste aparate sînt transportate și folosite la bordul stațiilor orbitale cu echipaj.



**criogenie**, capitol al fizicii temperaturilor foarte joase, care se ocupă cu producerea, menținerea, conservarea și utilizarea gazelor lichefiate, dintre care heliul lichid este extrem de mult folosit în fizica nucleară; pentru astronautică, criogenia este importantă având în vedere utilizarea propulsoarelor lichizi proveniți din gaze lichefiate, de exemplu, hidrogen lichid (carburant cu mare putere calorică), oxigen lichid (comburent activ) etc.

**cromosferă**, strat al atmosferei solare, plasat deasupra fotosferei, având o grosime estimată de 10 000 km și sesizabil pe durata eclipselor solare ca un cerc de culoare roșie, neomogen ca structură, așa cum rezultă prin observarea cu spectroheliografele. Temperatura gazelor fierbinți variază de la peste 4000 grade la bază, la mai multe zeci de mii de grade către granița exterioară. Cromosfera este responsabilă de emisia ultravioletă a Soarelui și participă la emisiile radio pe unde centimetrice, precum și la erupțiile strâns legate de ciclul de 11 ani al activității solare.

**deplasare spre roșu**, fenomen care evidențiază îndepărtarea de sistemul nostru solar a unor corpuri cerești, prin deplasarea către lungimi de undă mai mari a liniilor de emisie și absorbție din spectrul respectivelor corpuri. Cunoscut și sub numele de efect Hubble, acest fenomen se referă, în mod restrâns, la nebuloasele extragalactice, fiind interpretat ca o expansiune a Universului; totuși, fenomenul ar putea proveni nu numai din deplasarea corpului ceresc urmărit, ci și din cauza energiei pierdute de cuantele de lumină pentru a învinge câmpul gravitațional stelar și a ajunge la observator (v. *efect Einstein*).

**decomprimare**, fenomen caracterizat prin scăderea rapidă a presiunii statice din *cabina spațială* (v.), ca urmare a unei pierderi necontrolate a gazelor componente a microclimatului acesteia. Sesizabil cu aparate specializate, fenomenul se asociază cu creșteri bruște ale presiunii și mai ales a volumului gazelor din organismele astronautilor din cabinele cosmice decomprimate, putând provoca accidente grave la aparatul circular, respirator etc.

**detector multispectral**, numit uneori și scanner, instrument de precizie destinat detectării spectrului radiației reflectate de suprafața terestră, atunci când este analizată emisia proprie a acesteia sub influența radiației luminoase etc, a Soarelui; se utilizează în mod curent pe sateliții artificiali destinați explorării resurselor terestre, a urmăririi evoluției vegetației, a înregistrării unor modificări greu perceptibile a unor acoperiri ale scoarței Pământului, la intervale de timp bine precizate. Are multe

elemente comune cu un spectrograf, deoarece trebuie să discearnă și să analizeze „semnătura spectrală” proprie fiecărei surse de radiații urmărită în evoluția ei temporală.

**doză de radiație**, cantitatea de radiații ionizante, exprimată fie în remi, fie în roentgeni, recepționată de un organism într-un timp determinat; un roentgen reprezintă doza de radiații pentru care sarcina totală a ionilor pozitivi și negativi produși de radiația ionizantă într-un  $\text{cm}^3$  de aer este egală cu unitatea de sarcină electrostatică (Franklin). În cazul radiațiilor corpusculare, interesează nu numai energia eliberată de acestea, ci în primul rând efectul lor biologic specific; pornind de la aceasta a fost stabilită ca unitate de măsură rem-ul (de la inițialele cuvintelor englezești: roentgen equivalent man), respectiv cantitatea de radiație capabilă să provoace același efect biologic, ca și un roentgen de radiație „X”. Pentru simplificare, pentru toate categoriile de *radiații ionizante* (v.) a fost introdusă unitatea denumită *rad* (de la inițialele cuvintelor englezești: roentgen absorbed dose), care definește cantitatea de radiație care cedează o energie de  $10^{-5}$  J unui gram de substanță oarecare. Calculele și măsurătorile cu ajutorul aparatului montate pe sateliții artificiali au demonstrat că la traversarea centurilor de radiații terestre Van Allen, doza de radiații afectând un organism este de 2—3 r/h.

**ecluză**, compartiment cu etanșizare comandată, din compunerea oricărei nave cosmice cu echipaj uman, destinat ieșirii astronautilor în afara *cabinei spațiale* (v.). Orice ecluză, numită uneori *sas*, are două trape, dintre care una comunică cu cabina, iar cealaltă, cu exteriorul. Etanșeitatea ecluzelor trebuie să funcționeze fără defecte, pentru a nu apărea fenomenul periculos de *decomprimare* (v.) a cabinei echipajului.

**efect Einstein**, reprezintă *deplasarea spre roșu* (v.) a unui corp ceresc ca urmare a efectelor câmpurilor gravitaționale; acest efect a fost evidențiat în anul 1960, cu ajutorul unui alt efect (efectul Mössbauer) și a putut fi observat, la scară cosmică, la stelele pitice albe, cum este steaua Sirius B. Este întâlnit în literatura de specialitate și sub denumirile: *deplasare spre roșu relativistă*, *deplasare Einstein* etc.

**erupție solară**, fenomen cu caracter exploziv din activitatea solară, al cărui sediu este în *cromosferă* (v.) și care se manifestă prin emisie optică intensă, radiații electromagnetice din domeniul radio și X, fluxuri de protoni și electroni cu energii ridicate și viteze relativiste. O erupție solară durează un timp mediu de o oră, strălucirea atingând maximul la cîteva

minute după declanșare, apoi ea slăbește, în special datorită transformării energiei câmpului magnetic al Soarelui în energie de radiații.

**etaj reactiv**, parte principală a unei rachete compuse, avînd în compunerea sa toate componentele, agregatele, rezervoarele etc. care să-l facă, în general, independent de complexul reactiv din care face parte. S-a convenit ca numerotarea etajelor reactive ale unui vehicul-rachetă compus din mai multe etaje reactive să se facă în ordinea detașării lor, după terminarea perioadei programate ca activă, în timpul zborului spațial respectiv. De regulă, ultimul etaj reactiv al unei rachete compuse transportă încărcătura utilă și compartimentul cuprinzînd sistemele automate de comandă și control ale ansamblului.

**fotosferă**, strat relativ subțire al atmosferei solare (peste 300 km), responsabil de emisia de radiație luminoasă cu spectru continuu.

**Galaxia**, sistem stelar care cuprinde o foarte mare mulțime de stele, asociații și roiuri stelare, nebuloase gazoase și pulverulente, materie interstelară etc., printre care și sistemul solar. Schematic, Galaxia are forma unei lentile, avînd grosimea în zona centrală de 30 000 ani-lumină, iar diametrul de circa 90 000 ani-lumină (Soarele se află la circa 30 000 ani-lumină de centrul Galaxiei). Deși componenții săi sînt răspîndiți neuniform în interiorul Galaxiei, aceasta se rotește ca un sistem dinamic unitar, în jurul axei mici. Se apreciază numărul total al stelelor din Galaxie la 100 de miliarde, iar greutatea acestora, circa 150 miliarde de mase solare ! Câmpurile gravitaționale și magnetohidrodinamice dețin un rol determinant în forma spirală a Galaxiei, mai ales că în acele brațe-spirale iau naștere noi stele.

**gaură neagră**, obiect ceresc denumit în acest fel deoarece nu emite nici un fel de radiație, acestea fiind oprite de câmpul său gravitațional extrem de puternic, ceea ce impune ca particulele ce ar „încerca” să-l părăsească să aibă viteze mai mari decît viteza luminii în vid. Numite și **colapsuri**, respectiv produsele finale ale **colapsului gravitațional** (v.), găurile negre se manifestă în exterior numai prin câmpurile gravitaționale, electrostatic și radiația X produsă atunci cînd ea „absoarbe” materie interstelară. Energia găurilor negre ar putea-o explica pe cea a **quasarilor** (v.), a surselor de radiații X, a radiosurselor etc.

**geoid**, noțiune geometrică, apărută în anul 1873, în legătură cu forma Pămîntului și care reprezintă suprafața potențială a câmpului greu-

tății (v. *gradientul forței de greutate*). Abaterile geoidului de la valoarea medie a elipsoidului terestru se înscriu la cel mult  $\pm 100$  m.

**Gemini**, program spațial american, cuprinzînd nouă zboruri cu echipaj uman format din doi astronauți, în perioada 1965—1966, destinat antrenării viitorilor participanți la programul „Omul pe Lună”, cu unele din activitățile care urmau să formeze părți componente din zborurile Pămînt-Lună. Au fost experimentate : zborul în echipă, întîlnirea pe orbită cu nave cosmice automate sau pilotate, modificări ale orbitei ieșiri din *cabina cosmică* (v.), cuplări cu vehicule cosmice pe orbită etc.

**gradientul forței de greutate**, expresie matematică ce definește variația forței greutății pentru o depărtare unitară față de astrul de referință ; variațiile acestui gradient constituie explicația teoretică a modificărilor parametrilor de mișcare pe orbită ai *sateliților artificiali* (v.).

**imponderabilitate**, stare mecanică ideală, în care pot să se afle corpuri materiale, caracterizată prin lipsa oricărei forțe de greutate exterioară ; imponderabilitatea se poate manifesta și în cazul unei nave cosmice, câmpul uniform al forțelor inerțiale de transport (avînd sensul contrar accelerației centrului masic al navei), anulînd efectele câmpului gravitațional local. Ca urmare, corpurile dispuse în interiorul unui vehicul spațial aflat în mișcare pe traiectorie (fără funcționarea motoarelor) — corpuri avînd inițial starea de repaus — vor pluti în continuare, dacă asupra lor nu se exercită nici un fel de forțe. Efectele imponderabilității asupra subiecților vii, inclusiv oameni, au fost studiate în zboruri îndelungate (chiar peste cinci luni, în complexul orbital sovietic *Saliut-Soiuz*) ; pentru zborurile cosmice îndelungate, sau pentru asigurarea condițiilor de muncă și viață la bordul viitoarelor *colonii spațiale* (v.), este studiată posibilitatea realizării condițiilor unei gravitații artificiale.

**Intercosmos**, program cosmic comun al mai multor țări socialiste, din care face parte și România, inițiat de organismul cu același nume al Academiei de științe a U.R.S.S., înființat cu scopul de a explora și folosi pașnic Cosmosul, în cadrul unor convenții multilaterale cu organisme similare din țările socialiste. Programul de lucru, conform convenției de inițiere a programului Intercosmos, a fost adoptat la 13 aprilie 1967 și semnat de reprezentanții Bulgariei, Cubei, Cehoslovaciei, R.D. Germane, Mongoliei, Poloniei, României, Ungariei și U.R.S.S. Primul satelit artificial

din seria „Intercosmos“ a fost lansat în anul 1969, iar în 1978 au început primele zboruri cosmice cu echipaje mixte, inginerul cercetător fiind cosmonaut al uneia din țările socialiste membre în Intercosmos, alta decât U.R.S.S.

**ionosferă**, strat superior al atmosferei terestre, situat la înălțimi variabile (limita inferioară variază între 50 și 85 km, iar limita superioară ajunge la 1200 km), în care se află o densitate relativ ridicată de electroni și ioni electrizați, respectiv se pot atinge valori de la  $2 \cdot 10^5$  până la  $5 \cdot 10^6$  electroni într-un  $\text{cm}^3$ , la altitudini cuprinse între 250 și 400 km. Ionosfera inferioară și cea superioară sînt divizate artificial, pentru studiu, în mai multe straturi, caracterizate prin concentrația particulelor electrizate, temperatura ce caracterizează viteza medie a particulelor, compoziția etc. Ionosfera este importantă pentru studierea cu precizie a propagării radioundelor, atît de necesară în telecomunicațiile la distanțe mari și foarte mari.

**laser**, denumire dată fenomenului și procedului de obținere și amplificare a radiației electromagnetice din partea vizibilă a spectrului, folosind emisia stimulată a radiației; proveniența denumirii, de la inițialele cuvintelor în l. engl. „light amplification by stimulated emission of radiation“. Fenomenul stă la baza construirii unor instalații ce produc fascicule monocromatice foarte înguste și cu intensitate ridicată și controlată, capabile să efectueze măsurători în tehnica astronomică și astronomică, cu precizii foarte ridicate; tehnica acestor măsurători se bazează pe recepționarea cu acuratețe a reflexiei fascicului îngust (produs de un emițător instalat pe Terra), de dispozitive speciale reflectoare, montate pe obiectul astronomic artificial sau natural urmărit, respectiv măsurîndu-se timpul necesar procesului dus-întors al semnalului laser.

**magnetometru**, instrument folosit pentru determinarea intensității unui cîmp magnetic, folosind principii diferite, în raport de natura cîmpului magnetic studiat. În geofizică se folosesc magnetometre conținînd plăci în care sînt încastrați mulți mici magneți permanenți; în astrofizică, magnetometrele utilizează efectul Zeeman, respectiv modificarea liniilor spectrale sub influența cîmpului magnetic al unui corp ceresc. Prima utilizare a magnetometrelor bazate pe efectul Zeeman a avut loc în 1908, atunci fiind analizate petele solare.

**magnetosferă**, domeniu al spațiului din apropierea Terrei în care o imensă cavitate a spațiului este scoasă de sub acțiunea *vîntului solar* (v.),

datorită acțiunii cîmpului magnetic terestru. Acea parte a magnetosferei, care se întinde în direcția Soarelui pînă la distanțe de 10...15 raze terestre, conține zonele de radiații cunoscute sub numele de *centurile* (briile) de *radiații Van Allen* (v.). Domeniul de frontieră al magnetosferei cu restul spațiului, denumit *magnetopauză* (v.), este definit de traiectoriile particulelor componente ale vîntului solar. În partea magnetosferei care este situată opus Soarelui, liniile cîmpului magnetic terestru se închid către infinit, deși parametrii electrici și magnetici ai acestei „cozi magnetice“ a Terrei nu sînt bine cunoscuți decît pînă în zona Lunii. Studiul magnetosferei informează despre dependența Soare-planete, aducînd informații despre magnetosferele altor planete, cum ar fi Jupiter.

**magnetopauză**, domeniu de frontieră al *magnetosferei* (v), care separă regiunea interioară — în care acționează *cîmpul geomagnetic* — de restul spațiului interplanetar, în care pot exista cîmpuri discontinue sau fluctuante, produse de Soare etc.; ca urmare, ea este o zonă de tranziție (grosimea în planul ecuatorial și pe direcția *vîntului solar* (v.) de cca 100 km), în care parametrii cîmpului geomagnetic suferă o scădere foarte rapidă, devenind teoretic nuli în exteriorul magnetosferei. Distanța dintre magnetosferă și *unda de șoc* (v.) produsă ca urmare a interacțiunii dintre vîntul solar și cîmpul geomagnetic, pe direcția Pămînt-Soare, este de două la patru raze terestre. Studiul efectuat cu ajutorul sateliților, sondelor interplanetare și a laboratoarelor spațiale asupra materiei interplanetare din interiorul magnetosferei, a arătat că mișcarea materiei — sub formă de plasmă — este foarte complicată și insuficient cunoscută. Spre exemplu, satelitul *OGO-1* a transmis date care au permis trasarea domeniului dintre unda de șoc și magnetosferă într-o zonă cu diametrul de maximum 28 raze terestre (pe direcția Pămînt-Soare). Datele recepționate de la satelitul *Explorer-33* au evidențiat prezența magnetosferei la o depărtare de 120 000 km dincolo de orbita Lunii, precum și atenuările provocate de unele fenomene de turbulență din mișcarea plasmei, nestudiate încă.

**mascon** (mass concentration), acumulare de materie posedînd (în ansamblu) o densitate superioară restului substanței, din care este formată scoarța selenară. Sesizate în anul 1969, datorită perturbării parametrilor orbitali ai unor sateliți lunari, acești masconi nu au încă originea bine definită.

**maser**, denumire dată fenomenului și procedului de obținere și amplificare a radiației electromagnetice din acea parte a spectrului care co-



respunde *microundelor* (v.), prin emisia stimulată a radiației. Aparatura care folosește acești amplificatori de tip maser este mult utilizată în tehnica telecomunicațiilor la distanțe astronomice, în special pentru separarea semnalelor primite de la stațiile interplanetare (de pildă programele *Pioneer* (v.), *Voyager* (v.) etc.) aflate în apropierea planetelor-țintă, de *zgomotul de fond* (v.) cosmic.

**Meteor**, sistem de sateliți artificiali ai Pământului, lansați din U.R.S.S., destinați recepționării și transmiterii de date și informații meteorologice; inaugurat în 1967, acest program are drept scop îmbunătățirea prognozelor meteorologice pe durate din ce în ce mai mari, necesare lansărilor de sateliți, deplasării navelor și aeronavelor, cercetărilor în zone speciale ale oceanelor etc.

**Meteosat**, program de sateliți geostaționari europeni, cu rol de a obține date și informații meteorologice; prima lansare cu ajutorul unei rachete americane de la Cape Canaveral, la începutul anului 1978. Cele opt țări europene finanțatoare, la care se adaugă Agenția Spațială (vest) Europeană, prevăd utilizarea, începând din 1980, pentru al doilea satelit *Meteosat*, a rachetei europene *ARIANE*, la un cost al programului de peste 200 milioane de dolari.

**microrachetă**, motor-rachetă având *tracțiunea* (v.) foarte mică, destinată corectării atitudinii, dirijării, orientării etc. vehiculelor-rachetă, sateliților, stațiilor orbitale etc. în timpul evoluției acestora sub acțiunea legilor mecanicii cerești. De obicei, aceste motoare-rachetă mici (numite uneori rachete-vernier) sînt reutilizabile, folosind *propergoli* stocabili.

**microunde**, unde electromagnetice din domeniul lungimilor de undă micronice, respectiv a frecvențelor ultrainalte (hiperfrecvențe); sînt folosite în amplificatoarele parametrice de tip *maser* (v.) și s-a propus utilizarea lor pentru transmiterea energiei electrice generate de centralele electrice orbitale, pornind de la conversia radiației solare luminoase cu ajutorul diferitelor mijloace (v. *celulă solară*).

**moartea termică a Universului**, teorie care, pornind de la cel de-al doilea principiu al termodinamicii, stipulează inevitabilitatea morții termice a Universului, după un timp foarte îndelungat, totuși finit, temperaturile se vor egaliza, similar cazului clasic al oricărui sistem fizic închis în care componenții respectivului sistem interacționează între ei.

Egalizarea temperaturilor în Univers ar fi identică cu încetarea tot mai accentuată a tuturor proceselor din acesta. În timp ce nu există nici o certitudine că Universul poate fi asimilat cu un sistem fizic închis, avem în schimb date certe despre expansiunea Universului (v. *deplasare gravitațională spre roșu*), ceea ce infirmă teoria „morții termice“.

**NASA** (**National Aeronautics and Space Administration**), organism guvernamental american, fondat în 1958 prin comasarea unor organizații și laboratoare aeronautice de seamă (*NACA* — *National Advisory Committee for Aeronautics*, *Langley Field Lab.* etc.), avînd următoarele scopuri de cercetări științifice fundamentale și aplicative: studiul atmosferei și al spațiului; perfecționarea tehnicilor aerospațiale; aplicațiile astronauticii și aeronauticii; coordonarea tuturor organismelor și activităților pentru folosirea resurselor americane în domeniile aeronauticii și spațiului; colaborarea cu organisme similare din alte țări etc. Are sediul central la Washington și are în compunere baze de lansări, centre de cercetări, rețele de urmărire și conducere a zborului aeronavelor și a sateliților etc. NASA răspunde de desfășurarea tuturor programelor de lansări de sateliți, rachete, stații etc. în Cosmos, începînd de la primul satelit american (1958).

**naveta spațială**, vehicul spațial cu echipaj format din 4—5 astronauți, prevăzut cu două etaje reactive distincte și suprapuse, propus să constituie sistemul rachetă de transport al viitorului, datorită economicității sale foarte ridicate (recuperarea aproape integrală a tuturor componentelor celor două etaje reactive, dintre care al doilea este pilotat și seamănă cu un avion cu aripa triunghiulară, *Orbiter*). Destinată unei multitudini de misiuni în spațiul cosmic, începînd din 1980 (cînd va lansa laboratorul orbital (vest) european *Spacelab*), naveta spațială constituie programul cosmic nr. 1 al NASA (v.).

**numărătoare inversă**, denumire dată graficului activităților desfășurabile în timp, aferente oricărei lansări de vehicul spațial; deoarece acest grafic are ca variabilă independentă timpul, mai precis intervalele de timp ce despart fiecare moment curent al unei activități de momentul final al lansării, numerotate evident în așa fel încît startul să fie notat cu „zero“, denumirea este oarecum improprie. Respectarea și îndeplinirea exact la timpul menționat în numărătoarea aceasta, a tuturor activităților din grafic, este una din condițiile de bază ale siguranței lansării.

**orientarea astronautului în spațiu**, ansamblu de acțiuni și interacțiuni — la nivelul organismului — dintre sistemul locomotor și analizei vesti-

bulari, audiovizuali etc. și dintre aceștia și condițiile specifice ale zborului cosmic (imponderabilitate, insuficiența impresiilor senzoriale, senzațiile false, menținerea în incinte limitate etc.). Printre manifestările acestor interacțiuni sînt: tulburările de orientare atît în incinta *cabinei spațiale* (v.), cît și pe parcursul ieșirilor extravehiculare. Pentru reducerea intensității acestor manifestări, mai ales în zborurile îndelungate, au fost elaborate mijloace de antrenare corespunzătoare a astronautilor, precum și măsuri specifice în organizarea cabinelor vehiculelor cosmice.

**parsec**, unitate astronomică pentru măsurarea distanțelor, reprezintă distanța la care se găsește un corp cereșc a cărui paralaxă este de o secundă de arc; un parsec este egal cu 206264,8 unități astronomice (distanța medie Pămînt-Soare, adică  $149,6 \cdot 10^6$  km), sau  $3,0856 \cdot 10^{13}$  km, sau 3,2615 ani-lumină (v.).

**pilă de combustie**, sau pilă cu combustibil, generator de energie electrică cu alimentare continuă, obținută prin oxidarea unui combustibil. Și-a demonstrat utilitatea în astronautică pe vehiculele cosmice americane de tip *Gemini*, *Apollo*, *Skylab* etc. Oxidarea combustibilului (hidrogen molecular, alcool metilic etc.) are loc la anod, în timp ce la catodul pilei are loc reducerea oxigenului molecular. În pila cu hidrogen are loc reacția controlată inversă electrolizei, apa fiind sintetizată din hidrogen și oxigen, eliberîndu-se energie electrică și căldură.

**Pioneer**, Program de lansări a unor stații automate interplanetare americane care, începînd din anul 1958, vizează studierea din imediata lor vecinătate a unor astre din sistemul solar (Soarele, Luna, planetele Venus, Jupiter, Saturn, Uranus), precum și a cîmpurilor existente în spațiul interplanetar. După succesele stațiilor *Pioneer-10* și *Pioneer-11* (în 1973 și 1974 au studiat, fotografiat și transmis imagini ale planetei Jupiter), în 1978 stații similare au fost trimise către planeta Venus, iar în 1979 și 1981 sînt programate misiuni către Jupiter și Uranus, prima planetă urmînd a fi „dotată” chiar cu sateliți artificiali.

**propergol**, substanță sau amestec de substanțe capabilă de puternice reacții exoterme, folosit în motoarele-rachetă; energia chimică înmagazinată în aceste substanțe este transformată prin oxidare intensă (ardere) în căldură, în camera de combustie a motorului rachetă (v. *cameră de ardere*), de unde produsele arderii sînt accelerate în *ajutajul* (v.) motorului, asigurînd apariția forței de tracțiune a motorului reactiv (v.).

Propergolii motoarelor rachetă pot fi solizi, lichizi sau hibrizi, fiind în general constituiți din doi componenți: carburantul (care arde) și comburantul (care întrefine arderea). Propergolii motoarelor-rachetă trebuie să fie stabili, cu putere calorică ridicată etc., permițînd viteze de evacuare din motor cît mai mari, deci tracțiuni ridicate. Printre cei mai activi se numără propergolii criogenici (v. *criogenie*), ansamblul hidrogen+oxigen lichefiat avînd parametri dintre cei mai ridicați.

**precesie**, deplasare a punctelor echinoctiale ca urmare a modificării poziției spațiale atît a ecuatorului cereșc, cît și a eclipticii față de stele; pentru interpretarea acestui fenomen, elipsoidul de rotație terestru (care are raza polară inferioară ca mărime față de cea ecuatorială) este asemănat cu un giroscop, forțele de atracție exercitînd asupra proeminenței ecuatoriale a Terrei un moment de rotație ce tinde să suprapună planul de rotație ecuatorial peste cel al eclipticii. Modificarea planului de rotație, mai precis a axei de rotație terestre, conduce la modificarea poziției planului ecuatorului cereșc, respectiv deplasarea punctelor echinoctiale în sens invers mișcării aparente anuale a Soarelui. O primă consecință este modificarea polilor cerești pe bolta cerească, rolul de stea polară jucîndu-l pe rînd diferite stele! Conform teoriei relativității, la această precesie generală sau luni-solară se adaugă o precesie suplimentară, numită precesie geodezică a cărei valoare este de 0,02 secunde de arc anual. Determinările prin calcule și observații ale acestor precesii relativiste au fost efectuate de fizicienii I. Länser și G. Thirring, care încă din anul 1918 au calculat efectele perturbării orbitei satelitului natural al Pămîntului, datorită rotației acestei planete, stabilind că fenomenul evoluează în sensul că planul orbitei satelitului începe să se rotească în jurul axei Terrei, deci să capete o mișcare de precesie, care a și fost numită *precesie Länser-Thirring*, și care, teoretic, este de ordinul de mărime a 0,1—0,2 secunde unghiulare anual. Încercările de verificare a valorilor teoretice pentru precesia Länser-Thirring efectuate cu ajutorul satelitului geodezic american *Triade-1* în anul 1972 au dat rezultate parțiale, deoarece timpul „de cădere” al satelitului a fost de 100 m în timp de două săptămîni; cercetări ulterioare au reușit totuși verificări ale acestei categorii de precesie cu o precizie de 1...2%.

**pulsar**, obiect astronomic care emite radiunde sub forma unor serii periodice de semnale foarte scurte; se cunosc peste 100 de pulsari, situați la distanța medie de 600 parseci (v.) de sistemul solar, aproximativ în

planul galactic. Se pare că pulsarii sînt stele neutronice, ce apar ca urmare a *colapsului gravitațional* (v.) care nu conduce la formarea unei *găuri negre* (v.) datorită presiunii gazului neutronic degenerat. Emisiile se explică prin necoincidența polilor de rotație ai pulsarului cu zonele polilor magnetici; ca urmare, de cîte ori aceste ultime zone, producătoare de radiunde, ajung în dreptul polilor de rotație, se eliberează semnalele respective, și chiar radiații cosmice de mare energie.

**punct lagrangean**, sau punct de librație, unul din cele cinci puncte notate de la  $L_1$ , la  $L_5$ , ale căror coordonate sînt soluțiile ecuațiilor diferențiale de mișcare ale unui corp de masă neglijabilă, ce se află sub acțiunea a două corpuri de mase finite, evoluind într-un plan fix, în raport cu centrele lor masice. Cazul, analizat de J. Lagrange în 1772, este deosebit de interesant pentru cazul sistemului Pămînt-Lună, sub acțiunea căroră un corp artificial, de exemplu, o stație-satelit sau o colonie cosmică, poate să se mențină în echilibru în acele puncte  $L_3$ ,  $L_4$  și  $L_5$  situate pe axa ce unește centrele astrelor menționate, fie în punctele  $L_4$  și  $L_5$ , care formează cu centrele Pămîntului și al Lunii triunghiuri echilaterale. În natură există un asemenea caz: în punctele  $L_4$  și  $L_5$  din sistemul Soare-Jupiter există două grupuri de planete troiene (asteroizi).

**quasar**, obiect astronomic denumit uneori cvasistelar, cu diametrul sub o secundă de arc, care emite fluxuri intense de unde radio, radiații ultraviolete și infraroșii; natura fizică a quasarelor este încă necunoscută, apreciindu-se că ar fi obiecte extragalactice, cu străluciri de sute de ori mai puternice decît cele mai mari galaxii cunoscute în prezent. Se pare că energiile imense cu care emit radiații quasarii nu pot fi explicate prin reacțiile termonucleare, iar proveniența quasarelor dintr-o explozie în *Galaxie* (v.) este și ea pusă sub semnul incertitudinii, datorită faptului că este necesară pentru asemenea explozii o energie mult mai mare decît cea conținută în masa de repaus a Galaxiei! Deoarece quasarii prezintă liniile spectrale mult deplasate spre roșu, s-a emis ipoteza că ei suferă deplasări gravitaționale (v. *efect Einstein*).

**radar**, (radio detection and ranging), efect fizic și instalație destinată descoperirii și precizării poziției unui obiect, prin măsurarea timpului scurs pînă la recepția semnalului-ecou trimis de un radioemîțător, spre ținta cercetată. Poziția țintei căutate este vizualizată pe ecranul unui oscilograf, iar distanțele sînt redată pe un afișaj cifric. Cercetările de radar au adus foloase multiple în astronautică și astronomie, în special

pentru cercetarea acelor corpuri cerești care posedă atmosfere atît de dense, încît împiedică explorările optice.

**radiație ionizantă**, radiație corpusculară și electromagnetică avînd energii ridicate, produsă prin interacțiunea dintre radiația primară cosmică și particulele existente în atmosfera înaltă. Efecte similare pot avea și radiațiile cosmice și electromagnetice primare, provenind direct din Cosmos. În ansamblu, asemenea radiații sînt nocive pentru echipajele astronautice, mai ales atunci cînd acestea traversează cu navele lor *centurile de radiații* (v.) sau se află pe orbită în timpul unor puternice explozii solare (v. *erupție solară*). În cazul zborurilor cosmice de scurtă durată, efectele biologice provocate de fluxurile de protoni din radiația ionizantă sînt cele mai periculoase, fiind comparabile cu cele produse de radiațiile X și gamma; în cazul zborurilor îndelungate trebuie să se ia în considerare efectele produse de ionii grei.

**radiometru**, aparat de măsură folosit pentru detectarea și înregistrarea presiunii radiațiilor electromagnetice; specializat pentru categorii de radiații, pe anumite lungimi de undă, acest aparat intră în componența majorității stațiilor automate interplanetare și a sateliților artificiali specializați.

**raza de acțiune**, a unui astru, reprezintă raza unei sfere ipotetice cu centrul în centrul astrului respectiv, în interiorul căreia se consideră că mișcarea oricărui corp natural sau artificial se efectuează numai sub acțiunea forțelor gravitaționale ale respectivului astru, în raport de care oricare alte forțe de atracție sînt neglijabile. În conformitate cu calculele astronomului F. E. Tisserand, relația semiempirică pentru calcularea acestei raze are expresia  $r/d = (m/M)^{2/3}$ , în care  $m$  este masa astrului de referință,  $M$  este masa unui astru mult mai mare, în cîmpul gravitațional al căruia evoluează corpul cersc de masă  $m$ ,  $d$  fiind distanța dintre cele două corpuri cerești. Tisserand a dedus această lege pornind de la mișcările cometelor, calculate de el.

**regenerarea apei în cabina cosmică**, ansamblu de mijloace și sisteme capabile să asigure — prin procese fizico-chimice — transformarea în apă curată, potabilă chiar, a vaporilor de apă degajați de organismul fiecărui membru al echipajului cosmic, pe timpul executării zborului cosmic. Unul din sistemele de acest fel a fost testat cu ocazia zborului de lungă durată al echipajului navei cosmice *Soiuz-17* (ianuarie-februa-



rie 1975). De asemenea, pentru laboratoarele orbitale de tip *Skylab* și *Saliut* au fost pregătite și apoi încercate cu succes asemenea sisteme, care au permis chiar asigurarea dușului zilnic al membrilor echipajelor.

**satelit artificial**, vehicul spațial plasat pe o orbită în jurul unui corp ceresc natural; pînă în prezent există sateliți artificiali ai Pămîntului, Lunii, planetelor Marte și Venus, iar în curînd Jupiter va avea și el sateliți artificiali. Studiul mișcării unui satelit artificial se face considerînd sistemul de referință cu originea în centrul astrului în jurul căruia se execută mișcarea orbitală. Pentru a transforma un corp în satelitul unui astru trebuie să i se imprime acestui obiect, în apropierea suprafeței astrului, o viteză dată de relația  $v_c^2 = g_0 r_0$  unde  $g_0$  și  $r_0$  sînt accelerația gravitațională și respectiv raza astrului în punctul de lansare (cazul orbitei circulare); valoarea acestei viteze este de 7,91 km/s (pentru Terra), 3,56 km/s (pentru Marte), 7,31 km/s (pentru Venus), 1,68 km/s (pentru Lună) etc. Depășirea acestor viteze circulare (pentru o anumită altitudine) transformă mișcarea satelitului din circulară în eliptică și apoi în parabolică; satelitul artificial staționar, care are viteză unghiulară sinodică nulă, este caracteristic pentru sateliții de *telecomunicații cosmice* (v.). În cazul acestor sateliți, viteza lor unghiulară de rotație este egală cu cea a astrului în jurul căruia se rotesc, apărînd că se află ficși pe bolta cerească. Satelitul artificial care efectuează un număr întreg de rotații într-o zi siderală a astrului respectiv se numește satelit sincron sau periodic diurn. În cazul Terrei, sateliții staționari evoluează la altitudinea de 35 810 km cu o viteză de 3,08 km/s, iar sateliții sincroni efectuează curent 16 rotații pe zi la o altitudine de 266 km, cu o perioadă de circa 90 minute. Obținerea, în cazul Pămîntului, a unei traiectorii eliptice care să ajungă în imediata vecinătate a Lunii, implică imprimarea unei viteze de 11,085 km/s, iar înscrierea pe o traiectorie circumsolară solicită atingerea vitezei de 11,206 km/s. Sateliții artificiali pot avea utilizări multiple: telecomunicații, meteorologie, biologie etc.

**scafandru spațial**, costum special confecționat, etanșeizat și protejat față de condițiile vitrege ale spațiului cosmic (*radiații ionizante* (v.), frig și vid cosmic etc.). Este destinat personalului navelor cosmice care iese în afara *cabinei spațiale* (v.) sau urmează a se deplasa pe solul altui astru (costum selenar etc.). Scafandru spațial trebuie să asigure condiții corespunzătoare de activitate, în limitele unor parametri ai microatmosferei constituite artificial (și menținute) în interiorul costumului respectiv, independent uneori de instalațiile cabinei cosmice sau ale vehiculului cu care astronautii au debarcat pe alt corp ceresc.

**seismometru**, aparat de măsură utilizat în prospecțiuni și cercetări seismice, care înregistrează condițiile de propagare a vibrațiilor naturale sau provocate artificial în scoarța unui astru, precum și intensitatea, viteza, perioada etc. ale acestor vibrații, permițînd stabilirea unor parametri ai mișcării seismice care au provocat perturbațiile înregistrate.

**simulator**, complex de instalații tehnice capabil să simuleze la sol anumite condiții proprii unui zbor cosmic, în special acțiunile tehnice-științifice aferente anumitor comenzi, activități la bordul stațiilor spațiale etc. Simulatoarele se folosesc atît pentru pregătirea personalului navigant destinat anumitor zboruri în atmosferă sau în Cosmos, cît și pentru reproducerea unor condiții deosebite la bordul navelor cosmice, pentru găsirea celor mai corespunzătoare comenzi în vederea rezolvării situațiilor neprevăzute în timpul zborurilor. În anumite condiții, simulatoarele pot fi instalate și în avioane special destinate, mai ales atunci cînd se impune reproducerea unor fenomene greu de simulat la nivelul solului (suprasarcini, accelerații, imponderabilitate); de asemenea, se mai utilizează și simulatoare în mari bazine cu apă, în vederea folosirii principiului lui Arhimede spre a crea condiții oarecum analoage cu cele privind deplasările în condiții de ponderabilitate redusă sau chiar nulă. Evident, avantajele simulatoarelor sînt mult amplificate de faptul că cei care operează cu ele beneficiază de aportul marilor calculatoare electronice, precum și de contactul direct cu specialiștii care au construit nava cosmică sau au programat respectivul zbor spațial.

**Soiuz**, program spațial sovietic demarat în aprilie 1967, incluzînd lansarea a numeroase și diversificate nave cosmice, cu cabine pentru doi astronauti, capabile să se cupleze cu stații orbitale de tip *Saliut* sau chiar *Apollo*, folosind un adaptor special, în cadrul programului comun sovieto-american (1975); o variantă, derivată din *Soiuz*, este nava-cărăuș automată *Progress*, a cărei utilizare în programul *Saliut* a permis atingerea unor recorduri de durată și activitate a echipajelor sovietice și din *Intercosmos* (v.) pe stațiile *Saliut*.

**stabilizarea vehiculului spațial**, menținerea unei atitudini dorite în acele faze ale zborului cosmic în care asupra vehiculului acționează accelerații importante; prin atitudinea unui vehicul spațial în timpul deplasării pe traiectorie se înțelege orientarea instantanee a poziției sale în raport cu Pămîntul, Soarele sau alt astru (de exemplu, steaua Canopus). Atitudinea poate fi cunoscută cu ajutorul detectorilor spațiali, care sta-

bilesc diferențele unghiulare dintre axele principale ale vehiculului spațial și axele unui sistem triortogonal inerțial de referință legat de astru. Spre deosebire de orientarea navei cosmice, stabilizarea este necesară în procesul de modificare a mișcării centrului de masă al vehiculului spațial, făcând posibilă menținerea unei direcții prealabil stabilite a vectorului-tracțiune dezvoltată de motoarele-rachetă sau a vectorului forță aerodinamică. Sistemele de stabilizare, acționând în prezența unor forțe și momente perturbatoare importante, sînt prevăzute cu acționări mai puternice decît cele folosite curent în sistemele de orientare. Există diferite posibilități pentru asigurarea stabilizării navei cosmice; prin comanda rotirii vehiculului în jurul unor axe (utilizată în cazul cabinelor *Gemini*); prin mijloace aerodinamice (capabile să confere în timpul zborului navei momentele necesare restabilirii poziției inițiale) etc.

Un vehicul este static stabil dacă datorită unor perturbații apar momente aerodinamice care au tendința de a readuce vehiculul în poziția inițială; pentru stabilitatea statică trebuie ca centrul presiunilor aerodinamice (punct în care se deduce matematic că s-ar plasa rezultanta forțelor de presiune pe corpul unui vehicul spațial), să fie înapoia centrului de masă al respectivului vehicul. Este necesar ca vehiculul să fie și dinamic stabil.

**Supernavetă spațială**, mijloc de transport cosmic propus pentru deceniile următoare și derivat din actuala navetă spațială, printr-o suită de dezvoltări care au în vedere, ca proiecte actuale, următoarele: înlocuirea rachetelor cu propegoli solizi care formează primul etaj reactiv, prin motoare-rachetă cu propegoli lichizi, mai puternice și cu un control mai larg al forței de tracțiune; montarea unui etaj reactiv suplimentar, dotat cu două sau chiar trei motoare reactive formînd mijlocul de propulsie de ansamblu capabil să ridice echipaje astronautice sau chiar stații interplanetare automate, pe orbite corespunzătoare, inclusiv de tip geostaționar. Supernaveta spațială va face trecerea la vehiculele de transport cosmic dotate cu motoare-rachetă chimice și completate cu motoare-rachetă termooatomice sau cu laser.

**supernovă**, stea variabilă, din categoria stelelor nove, care — în timpul unei explozii care aruncă în spațiu majoritatea materiei stelare —, își mărește brusc strălucirea de cîteva sute de milioane de ori. Descreșterea foarte rapidă, exponențială, a acestei străluciri a fost pusă pe seama unei emisii de radiații sincrotrone (luminoase și radio). În *Galaxie* (v.) se

cunosc trei supernove care au fost observate direct în constelațiile Taurus, Cassiopeea și Ophiucus. Se presupune că apariția supernovelor este legată de fenomenul de *colaps gravitațional* (v.) în final formîndu-se o stea neutronică, respectiv un *pulsar* (v.).

**telecomunicații cosmice**, legături radio utilizate în tehnica spațială sau care, folosind mijloacele astronautice, ușurează radiolegăturile la distanțe foarte mari de pe suprafața Pămîntului. Față de telecomunicațiile clasice, cele cosmice au următoarele caracteristici: modificări continue și relativ rapide ale antenelor de emisie și recepție, în conformitate cu parametrii de zbor; modificarea continuă a frecvenței semnalelor emise de stațiile de pe vehiculele cosmice datorită efectului Doppler; puterea limitată a stațiilor de pe vehiculele cosmice și atenuarea intensă a semnalelor care circulă prin spațiu; antene de recepție la sol foarte mari pentru recepția semnalelor slabe care trebuie tratate cu dispozitive speciale pentru reducerea *zgomotului de fond* (v.) și amplificare pentru decodificare. Recordul de distanță este realizat în 1979 recepționîndu-se semnale de la 3,2 miliarde km (*Pioneer-10*) din regiunea planetei Uranus.

**teledetecție**, disciplină tehnico-științifică de dată relativ recentă, care urmărește cercetarea, descoperirea și folosirea prin mijloace aeriene și mai ales cosmice, a resurselor materiale de suprafață și din interiorul scoarței terestre. În teledetecție se folosesc sateliți specializați, dotați cu *detectoare multispectrale* (v.) capabile să sesizeze și să înregistreze modificările diferitelor acoperiri ale scoarței, evidențiate prin sesizarea radiațiilor emise de aceste componente ale florei, faunei etc. Programul de teledetecție la scară continentală a fost demarat în anul 1972 (*ERTS-1*), dar convingerea asupra utilității sateliților pentru programul mondial de teledetecție a fost furnizată de satelitul specializat *Landsat-2* (lansat în 1975).

**telescop cu laser**, instrument de mare precizie în cercetările de astronomie și astrofizică, constituit din asocierea unui telescop optic cu un sistem de emisie-recepție de radiație laser. Este destinat cercetărilor asupra localizării unor obiecte cosmice naturale sau artificiale.

**tracțiunea motorului reactiv**, forță dezvoltată de un motor cu reacție, egală cu produsul dintre debitul masic de gaze evacuat din motor în unitatea de timp și viteza acestui jet; în cazul mișcării în atmosferă, tre-

buie luate în considerație rezistențele aerodinamice. Modificarea valorii tracțiunii motorului reactiv este influențată de mai mulți factori; în cazul motoarelor-rachetă, preponderentă este natura propergolilor: în cazul propergolilor lichizi, reglajul se poate face automat, cu program, din exterior sau din interior, acționându-se, de regulă, asupra debitului de propergol. Coeficientul de amestec al componentelor propergolului este menținut cât mai constant și apropiat de valoarea pentru care se obține valoarea maximă a impulsului specific. Dacă reglajul în acest sens este insuficient, se reduce durata de funcționare a motorului (la regimul nominal de calcul), se ridică la valori periculoase temperatura arderii, care devine instabilă etc. În cazul utilizării propergolilor solizi, tracțiunea este de obicei reglată prin modificarea controlată a suprafeței de ardere a blocului de propergol, a cărui formă geometrică rezultă din programul de ardere dorit. Pentru aprecierea utilizării energetice a propergolului folosit de un anumit motor-rachetă se folosește noțiunea de tracțiune specifică, parametru numeric egal cu produsul dintre impulsul specific al motorului și densitatea propergolului.

**turn de lansare**, ansamblu mecano-electric de bază din organizarea unei rampe de lansare a rachetelor spațiale; el asigură verticalitatea rachetei și conține platformele de verificare, alimentările cu toate fluidele, sursele de energie, sistemele de comandă și blocaj pe parcursul pregătirii pentru start, în perioada *numărătorii inverse* (v.). În unele cazuri (*Saturn-5*), turnul de lansare e adus la rampă, având racheta cu el, inclusiv majoritatea cordoanelor „ombilicale”.

**undă de șoc**, undă care se propagă în mediu fluid fiind însoțită de perturbații importante ale vitezei, densității, temperaturii etc. ale respectivului fluid. Corpurile cosmice artificiale sau naturale care străbat atmosferele planetare cu viteze mari sînt însoțite de asemenea unde de șoc care, plasîndu-se în fața acestor corpuri, acționează asupra mediului, comprimîndu-l puternic. Ca urmare se produc atît rezistențe puternice la înaintare a acestor corpuri, dar și încălzirea porțiunilor lor frontale atît de intensă, încît se pot produce topirea și distrugerea vehiculului sau corpului cosmic natural respectiv. Preîntîmpinarea acestor fenomene periculoase la revenirea din spațiu a vehiculelor orbitale ori interplanetare se realizează organizînd astfel traiectoria lor de revenire încît să fie continuu în interiorul *coridorului aerodinamic* (v.) al zborului de reintrare, iar navei i se atașează o protecție termică.

**unghi de atac**, numit uneori și unghi de incidență, este unghiul format de o axă atașată unui aparat spațial și viteza de mișcare a acelui aparat cosmic (aerian) la deplasarea prin mediul fluid; de valoarea acestui unghi depind forțele aerodinamice care apar pe respectivul vehicul (aparat) cosmic în timpul evoluției într-un mediu continuu (de exemplu, atmosferă planetară).

**viteza finală a rachetei**, valoare a vitezei în vid a unui vehicul cosmic purtător, în absența oricăror cîmpuri gravitaționale și în condițiile funcționării la regimul de calcul a respectivului motor; ca valoare absolută, această viteză finală ( $V$ ) este produsul dintre viteza de evacuare ( $W$ ) a gazelor arse din motor și logaritmul neperian al raportului dintre masa inițială  $M_0$  și cea finală a rachetei ( $M_1$ ), după ce s-a consumat masa propergolilor  $M_p$ ; astfel:  $V = W \cdot \ln (M_0 / M_1) = W \cdot \ln \left( 1 + \frac{M_p}{M_1} \right)$  în condițiile menționate mai sus, relația vitezei finale, numită și formula lui Tîolkovski și care se poate generaliza pentru cazul rachetelor compuse, arată că viteza finală depinde de mărimea vitezei de evacuare a gazelor din motor masa propergolilor și masa structurală a rachetei.

**vînt solar**, denumire improprie dată fluxului continuu de particule emis de Soare (electroni, protoni, nuclee de heliu, ioni de oxigen etc.) ca urmare a expansiunii continue a coroanei solare, provocată de temperatura ridicată a acesteia (pînă la 2 milioane de grade), care produce presiuni și forțe ce nu pot fi înfrînte nici de atracția gravitațională solară. Stațiile interplanetare automate au detectat experimental acest vînt solar în anul 1962, iar viteza particulelor în perioadele Soarelui activ poate atinge chiar 1000 km/s. Presiunea exercitată de vîntul solar asupra cîmpului magnetic terestru a determinat formarea *magnetosferei* (v.) terestre.

**Voyager**, program spațial american incluzînd lansarea unor stații interplanetare automate, concepute de Jet Propulsion Laboratories (Pasadena, S.U.A.) și lansate cu ajutorul rachetelor *Titan-3E-Centaur* DIT de la baza spațială „Kennedy” (Cape Canaveral) cu începere din 1977, în direcția planetelor mari: Jupiter, Saturn, Uranus. Fiecare stație, dotată cu aparatură capabilă să transmită chiar imagini ale acestor planete foarte îndepărtate, va folosi cîmpul gravitațional jovian pentru a-și modifica direcția și a-și mări viteza, spre a atinge la momentele corespunzătoare regiunile din imediata apropiere ale celorlalte două obiective astronomice. Se cunoaște că aceste stații aduc informații de maximă valoare știin-



țică despre : Marea Pată Roșie de pe Jupiter, inelele lui Uranus și Saturn etc.

**zgomot de fond** ; cuprinde — în Cosmos — emisia radiațiilor electromagnetice de la radiosursele din profunzimile universului ; în Galaxie, asemenea surse de zgomot cosmic sînt Soarele, precum și numeroase radiosurse din constelațiile Casiopeea, Cygnus etc. Atenuarea zgomotului de fond cosmic este o cerință pentru buna evoluție a *telecomunicațiilor cosmice* (v.) ; ca urmare se au în vedere calculele necesare mai ales pentru stabilirea și orientarea sistemelor antenelor terestre.

## BIBLIOGRAFIE

## I. Monografii, lucrări originale și de sinteză

- Barrère, M. ș.a. *Motoare rachetă* (trad. din lb. rusă) vol. I—II. Institutul de documentare tehnică, București, 1963.
- Barrère, M. ș.a. *La propulsion par fusées*. Paris, 1959.
- Braun, W. v.ș.a. *L'Histoire mondiale de l'astronautique*. Edit. Hachette, Paris, 1968.
- Belew, L. F., Stuhlinger, E. *Skylab, a Guidebook*, NASA, Huntsville 1973.
- Clarke, A. C. *L'homme et l'espace*. Paris, 1964.
- Durant, F. C. (III), *The International Astronautical Federation*, New York, 1962.
- Gaynor, F. *Aerospace Dictionary*. Philosophical Library, N. Y., 1960.
- Ley, W. *The long History of Space Travel*. În: Ten Steps into Space Monograph No. 6, The Franklin Inst., Philadelphia, 1958.
- Ispas, Șt. ș.a. *Mecanica materialelor pentru construcțiile spațiale*. Edit. Academiei R.S.R., București, 1978.
- Narimanov, G. S. *Straniți sovetskoi kosmonavtiki*. Izd. Mașinostroenie, Moskva, 1975.
- Niță, M. M. *Teoria zborului spațial*. Edit. Academiei R.S.R., București, 1973.
- Ordway, F. I. ș.a. *Basic Astronautics*. Prentice Hall, New York, 1962.
- Ruppe, H. O. *Introduction to Astronautics*, Vol. I—II, New York, 1967.
- Sänger-Bredt, I. *Entwicklungsgesetze der Raumfahrt*. Mainz, 1964.
- Stoenescu, Al. *Elemente de cosmonautică*. Edit. tehnică, București, 1962.
- Țurcanu, C. ș.a. *Motoare-rachetă pentru zboruri cosmice*. Edit. tehnică, București, 1966.
- Wilford, J. N. *We reach the Moon*. New York, 1969.

- Zăgănescu, F. N. ș.a. *Racheta — trecut, prezent și viitor*. Edit. didactică și pedagogică, București, 1970.
- Zăgănescu, F. N. *Avioane hipersonice*. Edit. Militară, București, 1964.
- Zăgănescu, F. N. *De la Icar la cuceritorii Lunii*. Edit. Albatros, București, 1975.
- Zăgănescu, F. N. ș.a. *Dicționar de astronomie și astronautică*. Edit. științifică și enciclopedică, București, 1977.
- Zăgănescu, F. N. *De la avionul semicosmic la... naveta spațială*. Edit. științifică și enciclopedică, București, 1980.
- \*\*\* *Space Shuttle*. NASA, LSC, Houston, 1976.

## II. Articole, note, comentarii, referate etc.

- Bekey, I., Mayer, H. 1980—2000, *Raising our Flights for advanced Space Systems*. În : *Astronautics and Aeronautics*, July/Aug. 1976.
- Claverie, M. *Les centrales électriques solaires dans l'Espace : énergie du XXI-e siècle ou utopie*. În : *L'Aéronautique et l'Astronautique* no. 63, 1977.
- Dupas, A. *L'industrialisation de l'espace : Mythe ou réalité de demain ?* În : *L'Aéronautique et l'Astronautique*, no. 67—68, 1977 și 1978.
- Germain, J. R. *On peut prévoir les récoltes par télédétection*. În : *Science et Vie*, 1978.
- Gibbons, G. *Black Holes are hot*. În : *New Scientist* vol. 69, 1976.
- Koelle, D. E. *Development trends in future Communication Satellites*. În : *Interavia Letter*, nr. 12, 1977.
- Kolm, H. H. ș.a. *Electromagnetic Flight*. În : *Scientific American*, Oct, 1973.
- Malleray, A. *Propulsion et promotion nucléaires*. În : *La Recherche*, Mars, 1975.
- O'Neill, G. K. *The colonisation of Space*. În : *Physics Today*, Sept. 1974.
- O'Neill, G. K. *Space Colonies and Energy Supply to the Earth*. În : *Science*, 1975.
- Ridpath, I. ș.a. *Living out there*. În : *New Scientist*, June, 1977.
- Schmucker, R. H. *Extraterrestrial Intelligenz*. În : *Astronautik*, no. 2, 1976.
- Woodcock, G. *Solar Satellites-Space Key to our Power Future*. În : *Astronautics and Aeronautics*, July/Aug., 1976.

- Zăgănescu, F. N. *Cosmosul în folosul omului*. În : *Știință și tehnică*, nr. 11, 1976.
- Zăgănescu, F. N. *Coloniile spațiale și umanizarea Cosmosului*. În : *Știință și tehnică*, nr. 2, 1977.
- Zăgănescu, F. N. *Umanitatea la sfârșitul deceniului al doilea al erei cosmice*. În : *Știință și tehnică*, nr. 5, 1977.
- Zăgănescu, F. N. *Sateliții pot prevedea erupțiile vulcanice*. În : *Știință și tehnică*, nr. 9, 1977.
- Zăgănescu, F. N. *Cometele în obiectivul velierului solar*. În : *Știință și tehnică*, nr. 3, 1978.
- Zăgănescu, F. N. *Spacelab, una din rațiunile lansării navetei*. În : *Știință și tehnică*, nr. 6, 1978.
- Zăgănescu, F. N. *Teledetecția, cale modernă de cunoaștere și valorificare a resurselor Terrei*. În : *Știință și tehnică*, nr. 10, 1978.
- Zăgănescu, F. N. *Sateliții artificiali și teoria gravitației*. În : *Știință și Tehnică*, nr. 9, 1979.
- Zăgănescu, F. N., *De la Avionul semicosmic la naveta spațială*. În : *Știință și Tehnică*, nr. 11, 1979.
- Zăgănescu, F. N. *Viitorul aparține spațiului*. În : *Știință și Tehnică*, nr. 12, 1979.
- \*\*\* *Announcement of Opportunity for Mariner Jupiter — Uranus 1979 Flyby Mission*. NASA Rep. OSS—1, May, 1975.
- \*\*\* *Announcement of Opportunity for a Gamma Ray Observatory*. NASA Rep. OSS—3, Noe., 1977.
- \*\*\* *Announcement of Opportunity for Space Telescope*. NASA Rep. OSS—1, March, 1977.
- \*\*\* *Communication Satellites*. În : *Acta Astronautica*, 1978.
- \*\*\* *Space and terrestrial applic. Program*. NASA—AN, 1978.
- \*\*\* *Guidelines for participation in lunar and planetary geology programs*. NASA Rep. SL, June, 1977.



## CUPRINS

<b>Prefață</b> de general maior dr. ing. Ștefan Ispas . . . . .	5
Introducere . . . . .	9
<b>Cap. 1 PĂMÎNT — SATELIT CU TAXIUL COSMIC</b> . . . . .	15
Naveta spațială — vehiculul sfârșitului de secol . . . . .	16
Racheta cu... 100 de reutilizări ! . . . . .	25
Motor termooatomic sau... rachetă cu laser ? . . . . .	33
<b>Cap. 2 TRANSMITE COSMOLABORATORUL PERMANENT...</b> . . . . .	37
Saliut, Skylab, Spacelab și performanțele lor ! . . . . .	41
Pe orbită — observatoare, laboratoare, hoteluri cosmice... . . . .	58
Mondoviziunea — între deziderat și realitate. . . . .	63
<b>Cap. 3 ROBOTOI COSMICI ÎN BENEFICIUL UMANITĂȚII</b> . . . . .	77
Satelitul care prevede cutremurele... . . . .	80
...Și cel care anunță erupțiile vulcanice ! . . . . .	86
Clima Terrei dirijată din spațiu ? . . . . .	93
<b>Cap. 4 TERRA VA MAI AVEA NECUNOSCUTE ?</b> . . . . .	104
Pământul — o uriașă pară care pulsează ? . . . . .	105
Sateliți pentru... Einstein ! . . . . .	111
Resursele Terrei depistate din satelit. . . . .	123
Satelitul agricol și dezvoltarea culturilor. . . . .	134

<b>Cap. 5 COLONIILE SPAȚIALE — JALON SPRE INDUSTRIALIZAREA COSMOSULUI</b> . . . . .	141
Fazele „populării” Cosmosului !... . . . .	142
Ipoteze de bază în conceptul „exoindustrializării” . . . . .	148
Perspectivile realizării coloniei cosmice „L-5”... . . . .	162

<b>Cap. 6 VA AJUNGE CÎNDVA TERRA SEDIUL UNEI SUPER-CIVILIZAȚII ?</b> . . . . .	175
Vor fi utilizate rezervele de energie solară ? . . . . .	178
În drum spre o „civilizație a hidrogenului” !... . . . .	183
Originala ipoteză a lui Freeman Dyson . . . . .	191
În loc de încheiere : Preludiu la întâlnirea reprezentanților a două civilizații . . . . .	195

<b>Anexa 1 :</b> cronologia congreselor internaționale de astro-nautică . . . . .	202
<b>Anexa 2 :</b> glosar de termeni specifici. . . . .	214
<b>Anexa 3 :</b> bibliografie. . . . .	239

## ÎN EDITURA ALBATROS

au mai apărut :

**Gh. Bilteanu**

### PLANTELE DE CULTURĂ

Colecția „Cristal”

**A. și Cz. Centkiewicz**

### NU I-A CĂLĂUZIT STEAUA POLARĂ

Colecția „Atlas”

Traducere din l. polonă de Elena Lința

**Dan D. Farcaș**

### CALCULATORUL ELECTRONIC ȘI GÎNDIREA UMANĂ

**V. Firoiu**

### AMAZOANELE CERULUI

Cuvînt înainte, note și postfață de Florin Zăgănescu

**I. Gagarin —**

**V. Lebedev**

### PSIHOLOGIA ȘI COSMOSUL

Traducere din l. rusă de Georgeta Timcu

**Petre Gâștescu**

### LACURILE TERREI

Colecția „Cristal”